

**PERBEDAAN KEKUATAN OTOT GENGAM TANGAN ANTARA ATLET
CALISTHENICS DENGAN PEKERJA KONSTRUKSI BANGUNAN**

(Skripsi)

Oleh

GATRA HADIMUTI WIBOWO

2018011095



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

**PERBEDAAN KEKUATAN OTOT GENGAM TANGAN ANTARA ATLET
CALISTHENICS DENGAN PEKERJA KONSTRUKSI BANGUNAN**

Oleh

GATRA HADIMUTI WIBOWO

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PERBEDAAN KEKUATAN OTOT GENGGAM TANGAN ANTARA ATLET *CALISTHENICS* DENGAN PEKERJA KONSTRUKSI BANGUNAN**

Nama Mahasiswa : Gatra Hadimuti Wibowo

Nomor Pokok Mahasiswa : 2018011095

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Kedokteran

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



**dr. Dewi Nur Fiana, Sp.KFR.,
FIPM(USG), AIFO-K
NIP. 198302212010122002**



**Dr. dr. Ahmad Fauzi, M.Epid.,
Sp.OT(K)
NIP. 198101302006041002**

2. Dekan Fakultas Kedokteran



**Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP. 197601202003122001**

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

**Ketua : dr. Dewi Nur Fiana, Sp.KFR.,
FIPM(USG), AIFO-K**



**Sekretaris : Dr. dr. Ahmad Fauzi, M.Epid.,
Sp.OT(K)**



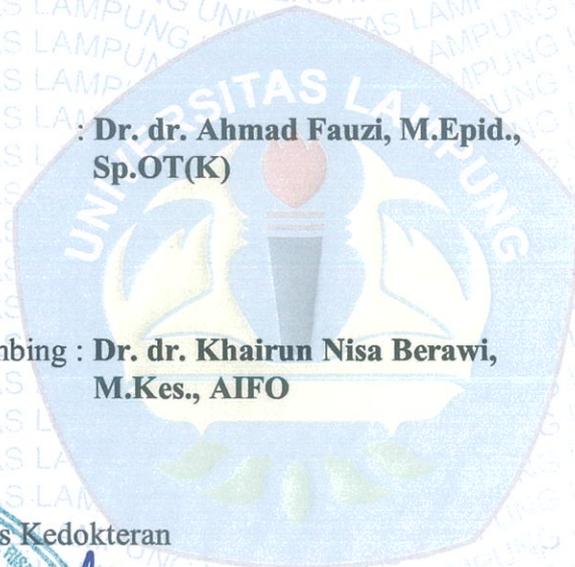
**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. dr. Khairun Nisa Berawi,
M.Kes., AIFO**



2. Dekan Fakultas Kedokteran

**Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc
NIP. 197601202003122001**

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Januari 2024



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa

1. Skripsi dengan judul “**Perbedaan Kekuatan Otot Genggam Tangan antara Atlet *Calisthenics* dengan Pekerja Konstruksi Bangunan**” adalah asli dan benar-benar hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain dengan mengatasnamakan saya serta bukan hasil penjiplakan atau peniruan (plagiarisme) dari hasil karya orang lain.;
2. Di dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan dalam daftar pustaka;
3. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung;

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya

Bandar Lampung, 22 Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Gatra Hadimuti Wibowo

NPM 2018011095

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Baturaja pada 26 Oktober 2002 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari Bapak Wahono, S.Kom dan Ibu Tri Eni Kawuri, A.md. Penulis memiliki seorang kakak laki-laki yang bernama Yafi Hudatama Wibowo, S.Kom. Penulis menyelesaikan Taman Kanak-Kanak di TK Xaverius I Baturaja pada tahun 2009, Sekolah Dasar (SD) di SD Xaverius I Baturaja kelas 1-3, SD Kartika II-6 Bandar Lampung kelas 4-5, SD Negeri Sukapura 1 Bandung kelas 6 pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Plus Al-Ghifari Bandung kelas 7-8, SMP Negeri 2 Bandar Lampung kelas 9 pada tahun 2017, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2020. Selama menjadi pelajar, penulis pernah menjadi Pasukan Pengibar Bendera (Paskibara), Pramuka, Rohani Islam (Rohis) dan Atlet Bela Diri Taekwondo.

Pada tahun 2020, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif dalam kegiatan organisasi. Penulis pernah menjadi Local Coordinator dan anggota dari Center for Indonesian Medical Student 'Activities (CIMSA FK Unila) tahun 2021-2022, anggota divisi Forum Studi Islam (FSI) Ibnu Sina (2021-2022) dan anggota Unit Fungsional Organisasi Basket FK Unila (2021-2022).

SANWACANA

Alhamdulillahirrabbi lalamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt. atas segala nikmat, hidayah, petunjuk dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi penulis dengan judul “PERBEDAAN KEKUATAN OTOT GENGAM TANGAN ANTARA ATLET *CALISTHENICS* DENGAN PEKERJA KONSTRUKSI BANGUNAN” ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak saran, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan penghargaan serta rasa terima kasih kepada pihak-pihak berikut.

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D. E. A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, S.Ked., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
3. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes., AIFO, selaku kepala Program Studi S1 Pendidikan Dokter Universitas Lampung;
4. dr. Dewi Nur Fiana, Sp.KFR., FIPM(USG)., AIFO-K, selaku pembimbing pertama atas kesediaan dalam meluangkan waktu serta kesabarannya dalam memberikan bimbingan, ilmu, saran, motivasi, dan arahan selama proses Pendidikan di Fakultas Kedokteran dan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Dr. dr. Ahmad Fauzi, M.Epid., Sp.OT(K)., selaku pembimbing kedua atas kesediaan meluangkan waktu serta kesabarannya dalam memberikan

bimbingan, ilmu, saran, motivasi, dan arahan selama proses pendidikan di Fakultas Kedokteran dan dalam proses penyelesaian skripsi ini;

6. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes., AIFO, selaku pembahas atas kesediaan dalam meluangkan waktu serta memberikan banyak masukan, kritik, saran, serta arahan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
7. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes., AIFO, selaku pembimbing akademik yang senantiasa memberikan motivasi dan arahnya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Fakultas Kedokteran;
8. Seluruh dosen dan staf Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas ilmu, waktu, tenaga, dan bantuan yang diberikan selama proses pendidikan;
9. Bapak Wahono, S.Kom dan Ibu Tri Eni Kawuri A.Md dan Mas Yafi Hudatama Wibowo, S. Kom yang selalu memberikan semangat dan dukungan dengan penuh kasih serta selalu memberikan banyak doa kepada penulis;
10. Sahabatku “Gabut Gambuy” Kurnia Fithrananda, Muhammad Ammar Naufal, Arfa Salma Firnandya, Alyssa Zahraturrehma, dan Adinda Husna Cahyana atas pengorbanan waktu dan tenaga dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi serta dukungan yang selalu diberikan kepada penulis selama masa pre-klinik.
11. Rekan-rekan seperbimbingan, Idham Maulana Luthfi, Nengah Yoga Permana dan Diva Shaffa Aisyah yang telah berjuang bersama selama proses pendidikan dan penyelesaian skripsi.
12. Yunda Talitha Verizka “Ayu” dan adik-adik DPA 11 “Shige11a” Vreyza prianti, Rizkia nadia al afifah, Azzahra fadhilla amelia, Fairuz khanza amalia, Rosbhaiti chodijah, Heriqza Arza Dinnur Maulana, Radhika nursaiba, Muhamad farhan akbar, Aina wijdan chairunisa, Faalih mathul hajariyah, Dianda faradiba wardani, Yuviana, Rahmadani putri Riyanto, Ayu vira margitha yang selalu memberikan dukungan penuh dan doanya selama proses penyelesaian skripsi.
13. Adin Kenos yang telah memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;

14. Teman- teman OASIS CIMSA FK Unila Ganesha, Fauzan, Rafa, Dorothy, Almaina, Syiva, Kamila, Azizah, Reisyah, Dewi, Suci, Putri dan Shafira yang telah kebersamai selama perjalanan pre-klinik.
15. Kak Putu Ika Widyasari sebagai partner AMYGDALA UMM 2021 dan Digestive RMO 2022 yang sekaligus memberikan semangat dan dukungan selama masa pre-klinik.
16. dr. Bagus Pratama, S.Ked yang selalu memberikan dukungan dan nasihat selama masa pre-klinik.
17. Sobat “GPS” Satria Umbara dan Faridi Pani yang selalu memberikan dukungan dan selama pre-klinik.
18. Teman-teman “Orang-Orang Pinggiran” Rifki, Aldo, Azka, Arib, Feny, Syhaqila, Darin dan Syifa yang telah berjuang sewaktu bangku sekolah menengah atas (SMA) melewati masa-masa suka dan duka. Terima kasih atas segala dukungan yang diberikan, semoga kita semua akan sukses di jalan kita masing-masing;
19. Keluarga besar T20MBOSIT sebagai teman seperjuangan sekaligus keluarga di dalam Fakultas Kedokteran Universitas Lampung Angkatan 2020 yang telah bersama mengukir kenangan yang tak terlupakan;
20. Seluruh pihak yang telah membantu selama proses perkuliahan dan penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

ABSTRAK

PERBEDAAN KEKUATAN OTOT GENGGAM TANGAN ANTARA ATLET *CALISTHENICS* DENGAN PEKERJA KONSTRUKSI BANGUNAN

Oleh

GATRA HADIMUTI WIBOWO

Latar Belakang: Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam meningkatkan kekuatan otot. Aktivitas fisik dengan intensitas tinggi dapat membentuk massa dan daya tahan otot serta meningkatkan kekuatan otot dibandingkan aktivitas fisik dengan intensitas rendah. Salah satu cara untuk mengetahui kekuatan otot tangan atau ekstremitas atas dapat dinilai dari kekuatan otot genggam tangan. Dalam penelitian ini, peneliti hendak melihat perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan.

Metode: Penelitian dilakukan dengan pendekatan *cross sectional* menggunakan teknik *total sampling*. Data diambil pada bulan November 2023 di Lapangan Saburai dan Unila Bandar Lampung dengan 40 atlet *calisthenics* dan 40 pekerja konstruksi bangunan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Data diperoleh dengan pengukuran menggunakan *camry dynamometer*. Data dianalisis dengan uji *Independent T-test*.

Hasil: Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kekuatan otot genggam tangan atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan dengan nilai p sebesar 0,000.

Simpulan: Terdapat perbedaan yang signifikan antara kekuatan otot genggam tangan atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan

Kata Kunci: Kekuatan Otot Genggam Tangan, Atlet *Calisthenics*, Pekerja Konstruksi Bangunan

ABSTRACT

DIFFERENCES OF HAND GRIP MUSCLE STRENGTH BETWEEN CALISTHENICS ATHLETES AND BUILDING CONSTRUCTION WORKERS

By

GATRA HADIMUTI WIBOWO

Background: Physical activity has an important role in increasing muscle strength. High intensity physical activity can build muscle mass, endurance and increase muscle strength compared to low intensity physical activity. One way to determine the strength of the hand or upper extremity muscles can be measured by the strength of the hand grip muscles. In this study, researchers wanted to look at the differences in hand grip muscle strength between calisthenics athletes and building construction workers.

Method: The research was conducted with a cross sectional approach using total sampling techniques. Data was taken in November 2023 at Saburai Field and Unila Bandar Lampung with 40 calisthenics athletes and 40 building construction workers who met the inclusion and exclusion criteria. Data was obtained by measuring using a Camry dynamometer. Data were analyzed using the Independent T-test.

Results: The result showed that there was a significant difference between the hand grip muscle strength of calisthenics athletes and building construction workers with a p value of 0.000.

Conclusion: There are significant differences between calisthenics athletes and building construction workers.

Keywords: Hand Grip Muscle Strength, Calisthenics Athletes, Construction Workers
Building

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1. Bagi Institusi.....	3
1.4.2. Bagi Ilmu Pengetahuan.....	3
1.4.3. Bagi Peneliti	3
1.4.4. Bagi Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kekuatan Otot.....	5
2.1.1 Definisi	5
2.2 Kekuatan Otot Genggam Tangan	5
2.2.1 Definisi	5
2.2.2 Otot dan Tulang Pada Regio Manus	6
2.2.3 Inervasi Regio Manus	10

2.2.4 Otot yang Bekerja Saat Menggenggam	13
2.2.5 Fisiologi Otot.....	14
2.2.6 Mekanisme Kontraksi Otot.....	16
2.2.7 Klasifikasi Penelitian Gerakan Genggaman Tangan	21
2.2.8 Klasifikasi Fungsi Gerakan Genggaman Tangan.....	23
2.2.9 Deskripsi Klasifikasi Gerakan Genggaman Tangan	25
2.2.10 Faktor yang mempengaruhi Kekuatan Otot Genggam	27
2.2.11 Alat Untuk Mengukur Kekuatan Otot Genggam Tangan.....	30
2.3 <i>Calisthenics</i>	32
2.3.1 Definisi Olahraga <i>Calisthenics</i>	32
2.3.2 Jenis Aktivitas Olahraga <i>Calisthenics</i>	33
2.3.3 Tujuan Olahraga <i>Calisthenics</i>	35
2.4 Pekerja Konstruksi Bangunan.....	35
2.4.1 Jenis Aktivitas Pekerja Konstruksi Bangunan	35
2.6 Kerangka Teori.....	37
2.7 Kerangka Konsep	38
2.8 Hipotesis.....	38
2.8.1 Hipotesis Null (H0).....	38
2.8.2 Hipotesis Kerja (H1)	38
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Jenis Penelitian	39
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	39
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	39
3.3.1. Populasi	39

3.3.2. Sampel	39
3.3.3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	40
3.4 Identifikasi Variabel	41
3.5 Definisi Operasional.....	41
3.6. Prosedur Penelitian.....	42
3.6.1. Instrumen Penelitian	42
3.6.2. Alur Penelitian.....	43
3.7 Pengumpulan Data	44
3.8. Pengolahan dan Analisis Data	45
3.8.1. Pengolahan Data.....	45
3.8.2 Analisis Data	45
3.9. Etika Penelitian.....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Hasil Penelitian.....	47
4.1.1 Karakteristik Subjek Penelitian	47
4.1.2. Analisis Univariat	49
4.1.3 Analisis Bivariat.....	52
4.2 Pembahasan	54
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	56
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Simpulan	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Inervasi Regio Manus (Netter, 2014).....	12
2. Definisi Operasional Variabel	41
3. Karakteristik Subjek Penelitian	48
4. Distribusi Umur Berdasarkan Depkes RI (2009).....	48
5. Distribusi IMT Berdasarkan Kemenkes RI (2019).....	49
6. Analisis Univariat Kekuatan Otot Genggam Tangan Atlet <i>Calisthenics</i>	49
7. Persebaran Kekuatan Otot Genggam Tangan Atlet <i>Calisthenics</i>	50
8. Analisis Univariat Kekuatan Otot Genggam Tangan Pekerja Konstruksi Bangunan	51
9. Persebaran Kekuatan Otot Genggam Tangan Pekerja Konstruksi Bangunan.....	51
10. Uji Normalitas Data	52
11. Analisis Bivariat (<i>Independent T-Tes</i>)	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tulang Penyusun Regio Manus (Netter, 2014)	7
2. Otot Penyusun Regio Manus (Moore <i>et al</i> , 2013)	9
3. Origo dan Inseri Palmar Dextra (Schunke <i>et al.</i> , 2017)	11
4. Inervasi Regio Manus (Netter, 2014).....	13
5. Tangan Kanan dalam Kondisi Mengepal (Schunke <i>et al.</i> , 2017)	14
6. Tingkat Organisasi Otot Rangka (Tortora GJ & Derrickson B, 2017)	16
7. Mekanisme Pergeseran Filamen pada Kontraksi Otot (Tortora GJ & Derrickson B, 2017)	17
8. Siklus Kontraksi Otot (Tortora GJ & Derrickson B, 2017)	19
9. Perbandingan Kontraksi Isotonik (Konsentrik dan Eksentrik) dan Isometrik (Tortora GJ & Derrickson B, 2017).....	21
10. Klasifikasi Fungsi Gerakan Genggam Tangan (Liu <i>et al.</i> , 2021).....	25
11. Klasifikasi Sistematis Gerakan Genggaman Tangan (Liu <i>et al.</i> , 2021)	27
12. Kerangka Teori	37
13. Kerangka Konsep.....	38
14. Alur Penelitian	43

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar <i>Informed Consent</i>	67
Lampiran 2. Hasil SPSS	68
Lampiran 3. Persetujuan Etik	70
Lampiran 4. Sertifikat Kalibrasi Alat Ukur.....	71
Lampiran 5. Hasil Pengukuran	72
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam meningkatkan kekuatan otot. Aktivitas fisik dengan intensitas tinggi dapat membentuk massa dan daya tahan otot serta meningkatkan kekuatan otot dibandingkan aktivitas fisik dengan intensitas rendah. Selain itu, seseorang yang melakukan latihan otot dengan frekuensi tinggi dapat meningkatkan kekuatan otot. (McPhee *et al.*, 2016). Kekuatan otot merupakan komponen penting dalam menentukan kebugaran fisik seseorang (Heidy, 2019). Kekuatan otot dapat dinilai melalui fungsi bagian otot tersebut. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fahey T (2009) dan Mitchell S (2008) dalam Heidy (2019), salah satu cara untuk mengetahui kekuatan otot tangan atau ekstremitas atas dapat dinilai dari kekuatan otot genggam tangan.

Latihan kekuatan otot genggam tangan dapat dilakukan melalui gerakan *push up*, *pull up*, *chin up*, *muscle up*, *plank*, *jumping jacks*, dan *dips*. Gerakan-gerakan untuk melatih kekuatan otot genggam tangan tersebut adalah bagian dari gerakan yang dilakukan pada olahraga *calisthenics*. Prinsip olahraga *calisthenics* adalah memaksimalkan penggunaan beban tubuh tanpa bantuan alat apapun (Alemayehu, 2021). Pada atlet *calisthenics* terdapat suatu latihan, yaitu *compound movement*. *Compound movement* merupakan beberapa gerakan digabungkan dalam satu ritme dengan memaksimalkan penggunaan beberapa otot khususnya otot genggam tangan (Sulianta & Pratama, 2017).

Dalam beberapa penelitian, jenis pekerjaan memengaruhi kekuatan otot genggam tangan berdasarkan tingkat beban kerja dan aktivitas fisik yang dilakukan dalam sehari. Pekerja konstruksi bangunan merupakan pekerjaan yang cenderung menggunakan otot genggam tangan pada setiap aktivitas fisiknya. Aktivitas fisik yang biasa dilakukan oleh pekerja konstruksi bangunan adalah bagian dari kategori fisik berat, yaitu mencangkul, mengangkat beban, menyekop pasir, dan sebagainya (Arias *et al.*, 2015).

Rostamzadeh *et al* (2020), mengungkapkan bahwa pekerja konstruksi bangunan memiliki hasil uji kekuatan otot genggam tangan rata-rata dan standar deviasi sebesar 52.7 ± 8.5 kg. Selain itu, kekuatan otot genggam tangan maksimal berkorelasi positif dengan luasnya telapak tangan dan lingkaran tangan bawah. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa pekerja yang melakukan aktivitas fisik dominan dengan ekstremitas atas di tempat kerja, khususnya terlibat dalam penanganan material (mengangkat dan membawa beban) memiliki kekuatan otot genggam tangan yang tinggi. Pada penelitian lainnya, Awang *et al* (2017), mengemukakan bahwa seorang pekerja konstruksi bangunan menduduki peringkat teratas dalam hal kekuatan otot genggam tangan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada tangan kanan, pekerja konstruksi bangunan memiliki kekuatan otot sebesar 311,8 N sedangkan pada tangan kiri sebesar 281,1 N. Aktivitas fisik dan beban kerja yang dilakukan akan berdampak pada variasi kekuatan otot genggam tangan antara individu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Leyk *et al* (2007) dalam Isen *et al* (2014) mengungkapkan bahwa seorang atlet laki-laki dari olahraga yang dominan menggunakan kekuatan otot genggam tangan didapatkan hasil uji kekuatan otot genggam tangan maksimal sebesar 541 N. Pada penelitian lainnya, Adhi (2018) mengemukakan bahwa rata-rata dari seluruh penilaian kekuatan otot genggam tangan mulai dari lengan atas sampai bagian lengan bawah seorang atlet *calisthenics* laki-laki masuk dalam kategori yang normal atau baik.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin mengetahui lebih lanjut mengenai perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah penelitian ini adalah Apakah terdapat perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1. Bagi Institusi

Menambah bahan referensi kepustakaan ilmiah dalam lingkungan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

1.4.2. Bagi Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan menjadi bahan bacaan mengenai hal perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan.

1.4.3. Bagi Peneliti

- a. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan peneliti tentang masalah perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan.

- b. Penelitian ini memiliki manfaat sebagai pengalaman serta menambah wawasan dan pengetahuan tentang perbedaan kekuatan otot genggam serta pengembangan diri melalui penelitian lapangan.

1.4.4. Bagi Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

Mahasiswa mengetahui perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kekuatan Otot

2.1.1 Definisi

Menurut data yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia pada tahun 2020, kekuatan otot mengacu pada energi yang diproduksi oleh otot atau kelompok otot tertentu ketika mereka berusaha berkontraksi secara maksimal. Kekuatan otot merupakan kemampuan otot untuk melakukan kontraksi untuk menghasilkan tegangan yang bertahan melawan suatu resistensi. Meningkatkan kekuatan otot dapat dicapai dengan berlatih menggunakan beberapa latihan (Kemenkes, 2020). Apabila kekuatan otot menurun, maka kemampuan daya tahan dan ketangkasan juga akan mengalami penurunan. Semakin kuat otot seseorang, maka dapat lebih mampu mengatasi risiko cedera . Oleh karena itu, atlet akan lebih lihai dalam melaksanakan gerakan yang diperlukan dalam berbagai cabang olahraga (Pramadewa *et al*, 2019).

2.2 Kekuatan Otot Genggam Tangan

2.2.1 Definisi

Kekuatan genggam tangan merupakan indikator maksimum dari kekuatan statis yang dapat dihasilkan oleh otot tangan. Kekuatan otot genggam tangan dapat dideskripsikan sebagai kekuatan yang dihasilkan oleh tangan untuk menahan, menarik atau menahan suatu benda di tangan

(Trivedi *et al.*, 2022). Selama perkembangan dari masa kanak-kanak hingga remaja, kekuatan genggaman otot tangan cenderung meningkat sampai pada puncaknya umur 35-45 tahun tetapi setelahnya akan mengalami penurunan (Kim *et al.*, 2018). Kekuatan genggaman tangan juga memiliki hubungan yang erat dengan sarkopenia jika terdapat rendahnya massa otot dan kekuatan genggaman tangan. Proses sarkopenia ini dapat dipercepat oleh faktor-faktor komorbid seperti penyakit metabolik, gizi yang buruk, dan kurangnya aktivitas fisik (Krakauer & Krakauer, 2020).

2.2.2 Otot dan Tulang Pada Regio Manus

Otot intrinsik tangan yang terletak di telapak tangan menghasilkan gerakan yang halus namun rumit dan akurat pada jari-jari dimana menggambarkan ciri khas tangan manusia. Pentingnya fungsi tangan sangat jelas ketika mempertimbangkan bahwa cedera tangan tertentu dapat menyebabkan cacat permanen. Sebagian besar kecekatan tangan bergantung pada kontrol ibu jari. Aktivitas umum tangan meliputi kontrol bebas, cengkeraman kuat (kontrol paksa jari dan ibu jari terhadap telapak tangan, seperti saat meremas), penanganan yang tepat (perubahan posisi objek yang memerlukan kontrol tepat posisi jari dan ibu jari, seperti saat memutar jam atau memasukkan benang pada jarum), dan mencubit (penekanan antara ibu jari dan jari telunjuk atau antara ibu jari dan dua jari pertama). (Tortora GJ & Derrickson B, 2017).

sementara pada gerakan oposisi, *M. opponens pollicis* aktif. Empat gerakan pertama ini terjadi pada sendi *carpometacarpalis* dan *metacarpophalangealis*.

b. Kompartemen adduktor

Komponen dari kompartemen adduktor terdiri dari *M. adductor pollicis*, yang merupakan otot yang berbentuk seperti kipas dan berfungsi sebagai adduktor ibu jari. Otot ini terletak di dalam kompartemen adduktor tangan, di mana *M. adductor pollicis* memiliki dua titik asal yang terpisah oleh *A. radialis* ketika masuk ke telapak tangan, membentuk *arcus palmaris profundus*. Fungsi utama otot ini adalah untuk menggerakkan ibu jari ke arah telapak tangan, sehingga memberikan kekuatan untuk mengenggam.

c. Kompartemen *hypothenar*

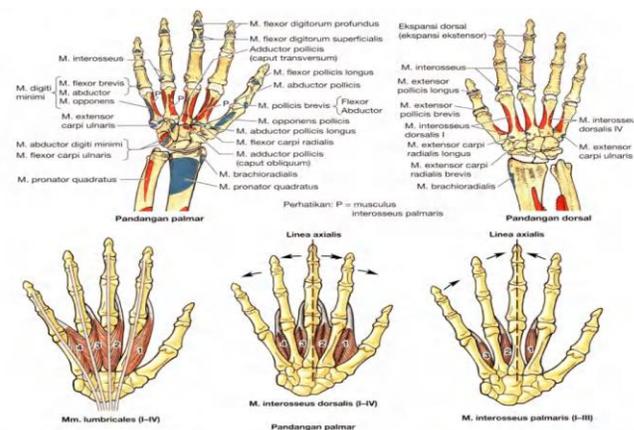
Kompartemen *hypothenar* terdiri dari tiga otot utama: *M. abductor digiti minimi*, *M. flexor digiti minimi brevis*, dan *M. opponens digiti minimi*. Ketiga otot tersebut bertanggung jawab untuk membentuk tonjolan *hypothenaris (eminentia hypothenaris)* di bagian medial telapak tangan dan menggerakkan jari kelingking. *M. abductor digiti minimi* berfungsi untuk mengabdiksi jari kelingking dan membantu dalam *fleksi phalanx proksimal*, sementara *M. flexor digiti minimi brevis* berperan dalam *fleksi phalanx proksimal* jari kelingking di sendi *metacarpophalangeal*. Otot ketiga, yaitu *M. opponens digiti minimi*, berperan dalam menarik jari kelingking ke arah anterior dan membawanya berposisi dengan ibu jari.

d. Kompartemen sentral

Otot pendek tangan adalah sekelompok otot yang terletak dalam kompartemen tengah. Kelompok otot pendek tangan terdiri dari *musculus lumbricalis* dan *interosseus*, namun yang termasuk dalam kompartemen tengah adalah *M. lumbricalis*. *M. lumbricalis* memiliki bentuk pipih seperti cacing dan ada empat otot dalam kelompok ini. Fungsi utama otot ini adalah untuk membantu dalam fleksi jari pada sendi *metacarpophalangeal* dan juga dalam ekstensi sendi *interphalangeal*.

e. Kompartemen Interosseus

M. interosseus terbagi menjadi dua bagian, yaitu *dorsalis* dan *palmaris*. Bagian *palmaris* terletak dalam kompartemen *interosseus* yang terpisah di antara *metacarpalia*, sedangkan *M. interosseus dorsalis* terletak di antara *metacarpalia*. Peran kedua otot ini sangat saling melengkapi, yakni *M. interosseus dorsalis* bertanggung jawab untuk mengabduksi jari, sementara itu *M. interosseus palmaris* berperan dalam mengadduksi jari (Moore *et al.*, 2013).



Gambar 2. Otot Penyusun Regio Manu (Moore *et al.*, 2013)

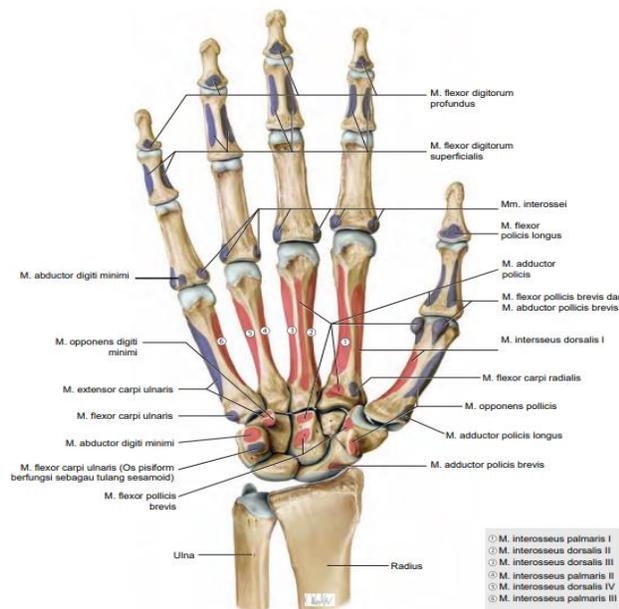
2.2.3 Inervasi Regio Manus

Komponen saraf utama yang mengalir ke regio manus terdiri dari *nervus ulnaris*, *nervus medianus*, dan *nervus radialis*. Sementara itu, cabang-cabang dari *nervus cutaneus posterior* dan *lateral* akan menyuplai kulit di bagian punggung tangan. *Nervus medianus* memasuki tangan melalui terowongan karpal yang melalui *flexor retinaculum*, bersama dengan sembilan tendon dari *fleksor digitorum superficialis*, *fleksor digitorum profundus*, dan *fleksor pollicis longus*. Ketika mencapai bagian distal dari terowongan karpal, *nervus medianus* ini memberikan suplai ke *Musculus lumbricalis* 1 dan 2. Selain itu, *nervus medianus* juga mengirimkan cabang sensoris yang mencakup hampir seluruh permukaan tangan, termasuk jari-jari pertama hingga ketiga, setengah bagian lateral jari keempat, dan punggung jari-jari tersebut. Cabang *cutaneus palmaris* dari *nervus medianus* akan mempersarafi bagian pusat permukaan tangan dan keluar melalui *flexor retinaculum* pada bagian *proksimal* (Moore *et al.*, 2013).

Nervus radialis tidak memberikan inervasi pada otot-otot tangan. Cabang *superficialis nervus radialis* bertindak sepenuhnya dalam kapasitas sensoris. Nervus ini melewati lapisan jaringan ikat yang berada dekat dengan punggung pergelangan tangan, untuk memberikan suplai ke kulit dan sekitar dua per tiga bagian dari sisi lateral punggung tangan, punggung ibu jari, dan setengah bagian proksimal jari lateral (Moore *et al.*, 2013).

Nervus ulnaris keluar dari lengan bawah melalui tendon *fleksor carpi ulnaris* dan kemudian berlanjut ke pergelangan tangan bagian distal melalui saluran ulnar. Di pergelangan tangan bagian proksimal, *nervus ulnaris* bercabang, termasuk cabang *cutaneus palmaris* yang melewati permukaan *superficial fleksor retinaculum* dan *aponeurosis palmaris*.

Cabang ini juga memberikan inervasi pada kulit di bagian medial telapak tangan. Cabang *cutaneus dorsal nervus ulnaris* akan memberikan inervasi pada setengah bagian medial punggung tangan, jari kelima, dan setengah bagian medial jari keempat. *Nervus ulnaris* berakhir di *distal flektor retinaculum* dengan pembentukan cabang *profundus* dan *superficialis*. Cabang *profundus nervus ulnaris* menginervasi otot-otot *hypothenar*, dua *lumbricalis medial*, *adduktor pollicis*, dan *caput profundus flektor pollicis brevis* serta seluruh otot *interosseus*. Cabang ini juga memberikan inervasi pada beberapa sendi, termasuk pergelangan tangan, *intercarpal*, *carpometacarpal*, dan *intermetacarpal*. *Nervus ulnaris* sering disebut sebagai saraf yang mengatur gerakan halus karena memberikan inervasi pada hampir semua otot intrinsik yang sangat berperan dalam pergerakan tangan (Moore *et al.*, 2013).



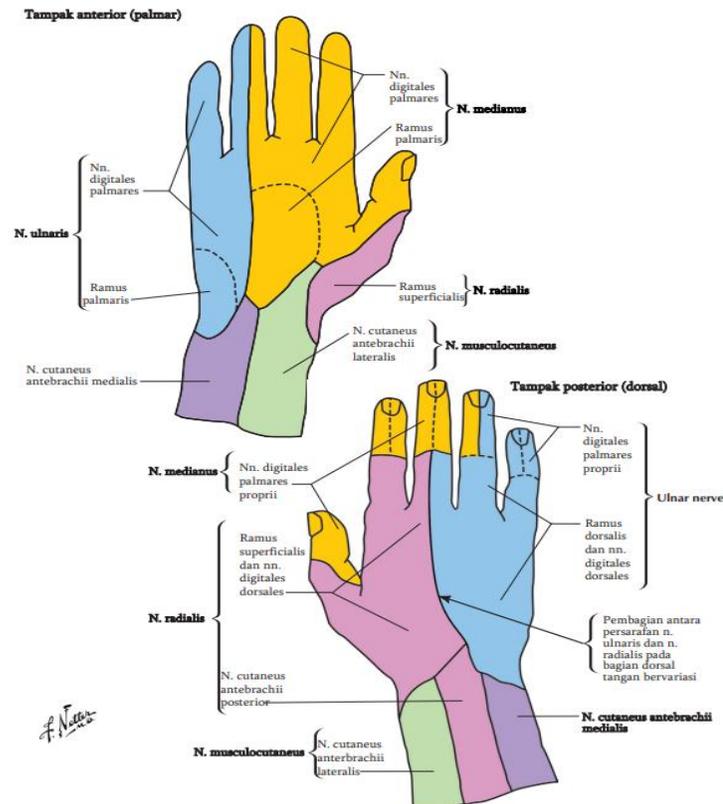
Gambar 3. Origo dan Inseri Palmar Dextra (Schunke *et al.*, 2017)

Berikut tabel yang menjelaskan pergerakan otot beserta inervasinya.

Tabel 1. Inervasi Regio Manus (Netter, 2014)

Inervasi	Otot	Fungsi Utama
Musculus thenar		
N. medianus (C8-T1)	M. opponens pollicis	Untuk posisi ibu jari, otot menarik metacarpalis I dan medial ke bagian Tengah telapak tangan dan memutarnya ke medial
	M. abductor pollicis brevis	Abduksi ibu jari pada sendi carpometacarpal
N. median dan N. ulnaris	M. flexor pollicis brevis	Fleksi ibu jari pada sendi carpometacarpal dan metacarpophalangeal
N. ulnaris	M. adductor pollicis	Adduksi ibu jari pada sendi carpometacarpal dan metacarpophalangeal
Musculus hypothenar		
N. ulnaris	M. abductor digiti minimi	Abduksi dan fleksi jari kelingking pada sendi metacarpophalangeal
	M. flexor digiti minimi brevis	Fleksi jari kelingking pada sendi carpal dan metacarpophalangeal
	M. opponens digiti minimi	Gerakan oposisi pada sendi carpometacarpal
Musculus intermediae		
N. medianus dan ulnaris	M. lumbricalis	Fleksi seluruh jari pada sendi metacarpophalangeal dan merentangkan jari pada sendi interphalangeal
N. ulnaris	M. palmar interossei	Adduksi dan fleksi seluruh jari kecuali jari 3 pada sendi metacarpophalangeal dan merentangkan ketiga jari tersebut pada sendi interphalangeal
	M. dorsal interossei	Abduksi jari II-IV pada sendi metacarpophalangeal, fleksi jari II-IV

		pada sendi metacarpophalangeal, dan merentangkan jari II–IV pada sendi interphalangeal.
--	--	---

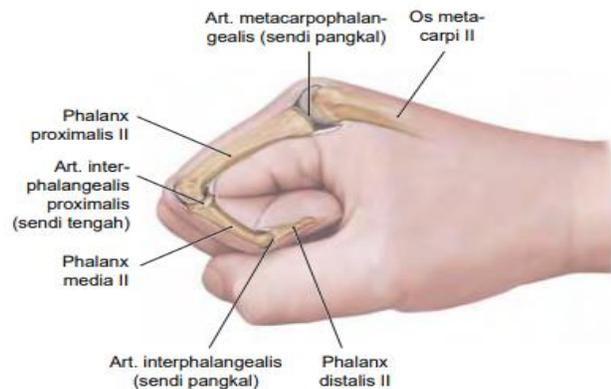


Gambar 4. Inervasi Regio Manus (Netter, 2014)

2.2.4 Otot yang Bekerja Saat Menggenggam

Anatomi otot tangan adalah sekumpulan otot pada tangan yang bekerja sama untuk menciptakan berbagai aktivitas tangan. Kekuatan genggam merupakan bagian dari sekelompok otot pada tangan yang berkontraksi untuk menopang beban yang diangkat atau untuk melakukan aktivitas menggenggam. Ketika melakukan genggam tangan melibatkan beberapa otot seperti *flexor digitorum profundus (FDP)* dan *flexor pollicis longus (FPL)* yang berkontribusi saat pergelangan tangan fleksi (menekuk) serta menggenggam. Sementara itu, *extensor digitorum*

communis (EDC) berkontribusi saat pergelangan tangan ekstensi dan relaksasi genggam (Ambike *et al*, 2014). Pada saat kondisi ini juga melibatkan otot-otot di dua regio yaitu, *manus* dan *anterbrachii* termasuk *flexor carpi radialis*, *flexor pollicis longus*, *pronator quadratus*, *brachioradialis*, dan *extensor carpi radialis longus* (Larasati, 2013).



Gambar 5. Tangan Kanan dalam Kondisi Mengepal (Schunke *et al.*, 2017)

2.2.5 Fisiologi Otot

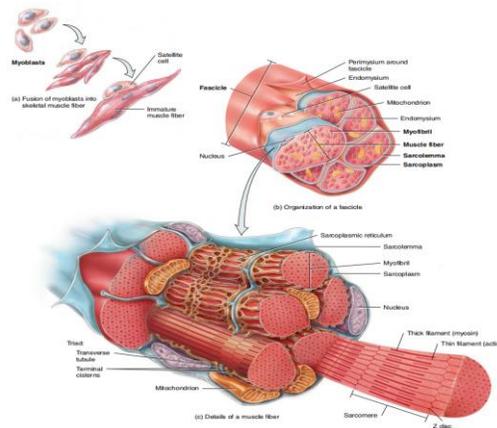
Jaringan yang tersebar di dalam tubuh mencakup sekitar setengah dari berat tubuh terdiri dari otot. Pada pria, otot rangka saja membentuk sekitar 40% dari berat tubuh, sedangkan pada wanita sekitar 32%, dan sisanya 10% terdiri dari otot polos dan otot jantung. Otot-otot ini dapat dikelompokkan berdasarkan keberadaan pita terang gelap dan jenis saraf yang mempersarafi. Berdasarkan pita terang gelap, otot-otot dibagi menjadi dua kelompok, yaitu otot lurik (termasuk otot rangka dan otot jantung) dan otot polos. Sementara berdasarkan saraf yang mempersarafi, otot rangka dikendalikan oleh sistem saraf somatik, sedangkan otot jantung dan otot polos dikendalikan oleh sistem saraf otonom. Otot rangka terdiri dari serangkaian serat otot yang berjajar dan terhubung oleh jaringan ikat. Secara embriologis, pembentukan serat otot rangka

melibatkan penggabungan beberapa sel yang lebih kecil disebut mioblas dan memiliki banyak nukleus (Sherwood, 2013).

Otot rangka terbentuk dari serangkaian serat otot dengan diameter berkisar antara 10 hingga 80 mikrometer yang tersebar pada seluruh panjang otot. Setiap serat otot ini terdiri dari serangkaian subunit yang lebih kecil lagi. Selain itu, serat otot juga dilapisi oleh lapisan tipis yang disebut sarkolema, yang terdiri dari materi polisakarida mengandung fibril kolagen tipis. Lapisan sarkolema ini kemudian akan bersatu dengan serat tendon untuk membentuk tendon otot, yang kemudian terhubung atau berinsersi dengan tulang. Tiap serat otot mengandung ratusan hingga ribuan miofibril. Miofibril ini terdiri dari protein kontraktile, yakni 1500 filamen miosin yang terletak berdekatan dan 3000 filamen aktin. Dalam pandangan longitudinal, miofibril menunjukkan pola pita terang dan gelap yang bergantian disebabkan oleh tautan antara filamen miosin dan aktin. Pita terang yang juga dikenal sebagai pita I mengandung filamen aktin saja karena memiliki karakteristik isotropik terhadap cahaya yang dipolarisasi, sementara itu p filamen miosin membentuk pita yang berwarna gelap dikenal sebagai pita A. Warna gelap pada pita A disebabkan oleh sifat anisotropiknya terhadap cahaya yang dipolarisasi. Di sisi lateral filamen miosin, terdapat penonjolan kecil yang disebut jembatan silang. Interaksi antara jembatan silang dan filamen aktin inilah yang mengakibatkan terjadinya kontraksi otot (Guyton, 2019).

Pita-pita gelap dan terang ini menyebar ke seluruh serat otot, seperti distribusi pada setiap miofibril. Hal ini disebabkan adanya lempeng Z yang berjalan melintasi miofibril dan secara bersilangan dari satu miofibril ke yang miofibril lainnya, serta menghubungkan miofibril satu dengan yang lain di sepanjang serat otot. Dua lempeng Z ini berada di antara miofibril. Agar interaksi antara filamen miosin dan aktin tetap stabil terdapat sebuah filamen molekul protein besar serta sangat penting

yang disebut titin. Titin membantu menjaga miosin dan aktin tetap pada posisinya sehingga kontraksi sarkomer dapat berfungsi. Titin memiliki berat molekul sekitar tiga juta yang memiliki sifat elastis serta terikat pada lempeng Z. Selain itu, titin juga berperan dalam pembentukan awal bagian filamen miosin. Suatu energi dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP) yang dihasilkan oleh mitokondria sangat penting dalam proses kontraksi otot. Kecepatan kontraksi serat otot tertentu akan berpengaruh pada jumlah retikulum sarkoplasma yang ada dalam serat tersebut. Semakin cepat tipe kontraksi serat otot, semakin banyak retikulum sarkoplasma yang terkandung dalam serat tersebut (Guyton, 2019).

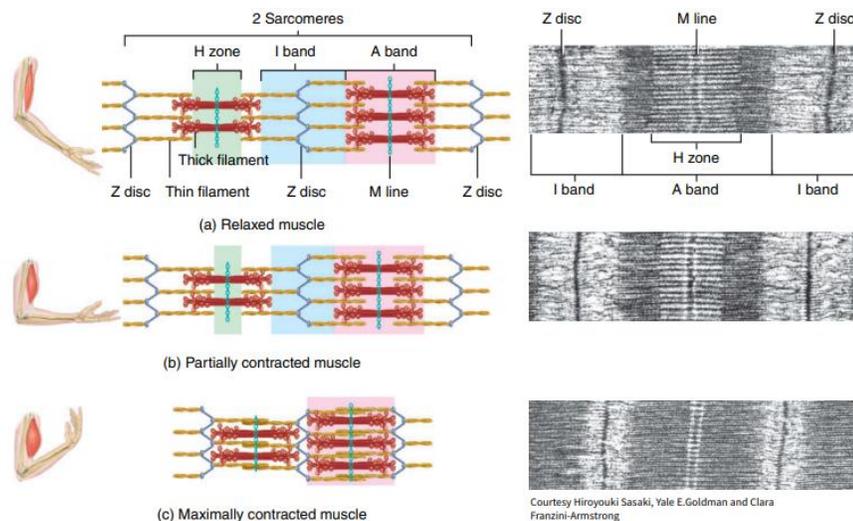


Gambar 6. Tingkat Organisasi Otot Rangka (Tortora GJ & Derrickson B, 2017)

2.2.6 Mekanisme Kontraksi Otot

Kontraksi otot terjadi karena kepala miosin menempel dan "berjalan" sepanjang filamen tipis di kedua ujung satu sarkomer, secara bertahap menarik filamen tipis menuju garis M. Akibatnya, filamen tipis meluncur ke dalam dan bertemu di tengah satu sarkomer. Mereka bahkan mungkin bergerak begitu jauh ke dalam sehingga ujung-ujung mereka saling tumpang tindih. Saat filamen tipis meluncur ke dalam, I band dan H zone menyempit dan akhirnya hilang sama sekali ketika otot mencapai kontraksi maksimal. Namun, lebar A band dan panjang individu filamen

tebal dan tipis tetap tidak berubah. Karena filamen tipis di setiap sisi sarkomer terhubung dengan cakram Z ketika filamen tipis meluncur ke dalam, cakram Z mendekat satu sama lain, dan sarkomer menjadi lebih pendek. Pemendekan sarkomer menyebabkan pemendekan serat otot secara keseluruhan, yang pada akhirnya menyebabkan pemendekan otot keseluruhan (Tortora, 2017).



Gambar 7. Mekanisme Pergeseran Filamen pada Kontraksi Otot (Tortora GJ & Derrickson B, 2017)

Pada awal kontraksi, retikulum sarkoplasma melepaskan ion kalsium (Ca^{2+}) ke dalam sarkoplasma. Di sana, mereka berikatan dengan troponin. Troponin kemudian menggeser tropomiosin dari tempat pengikatan miosin pada aktin. Setelah tempat pengikatan tersebut "bebas," siklus kontraksi yang merupakan urutan peristiwa berulang menyebabkan filamen untuk meluncur dimulai. Siklus kontraksi terdiri dari empat langkah.

1. Hidrolisis ATP.

Seperti yang disebutkan sebelumnya, kepala miosin memiliki situs pengikatan ATP yang berfungsi sebagai ATPase, suatu enzim yang menghidrolisis ATP menjadi ADP (*adenosin diphosphate*) dan satu gugus fosfat. Energi yang dihasilkan dari reaksi hidrolisis ini disimpan dalam kepala miosin untuk digunakan nanti selama siklus kontraksi. Kepala miosin dikatakan terisi energi saat mengandung energi yang tersimpan. Kepala miosin yang terisi energi mengambil posisi "tegang," mirip dengan pegas yang ditarik. Dalam posisi ini, kepala miosin berada tegak lurus (pada sudut 90°) terhadap filamen tebal dan tipis serta memiliki orientasi yang tepat untuk berikatan dengan molekul aktin. Perhatikan bahwa produk hidrolisis ATP, yaitu ADP dan satu gugus fosfat, masih melekat pada kepala miosin.

2. Pelekatan miosin pada aktin.

Kepala miosin yang terisi energi melekat pada situs pengikatan miosin terhadap aktin dan melepaskan gugus fosfat yang sebelumnya dihidrolisis. Saat kepala miosin melekat pada aktin selama siklus kontraksi, kepala miosin disebut sebagai jembatan silang. Meskipun molekul miosin tunggal memiliki dua kepala, hanya satu kepala yang melekat pada aktin pada satu waktu.

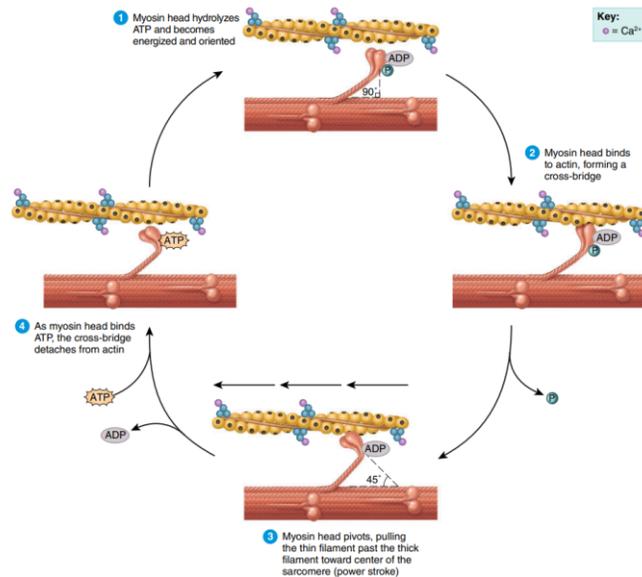
3. *Power stroke*.

Setelah jembatan silang terbentuk, kepala miosin berputar, mengubah posisinya dari sudut 90° menjadi sudut 45° relatif terhadap filamen tebal dan tipis. Saat kepala miosin berpindah ke posisi baru, ia menarik filamen tipis melewati filamen tebal menuju tengah sarkomer, menghasilkan tegangan (gaya) dalam proses ini. Peristiwa ini dikenal sebagai *power stroke*. Energi yang

diperlukan untuk *power stroke* berasal dari energi yang tersimpan dalam kepala miosin dari hidrolisis ATP (lihat langkah 1). Setelah *power stroke* terjadi, ADP dilepaskan dari kepala miosin.

4. Lepasnya miosin dari aktin.

Pada akhir *power stroke*, jembatan silang tetap melekat erat pada aktin hingga ia mengikat molekul ATP lainnya. Saat ATP mengikat pada situs pengikatan ATP terhadap kepala miosin, kepala miosin terlepas dari aktin.



Gambar 8. Siklus Kontraksi Otot (Tortora GJ & Derrickson B, 2017)

Berdasarkan ketahanan dan latihan kekuatan, kontraksi otot dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis utama (Sherwood, 2013):

1. Kontraksi Isotonik

Ini adalah kondisi dimana tegangan otot tetap sama sementara panjang otot berubah. Salah satu contoh aktivitas yang melibatkan jenis kontraksi ini adalah saat otot biceps mengangkat suatu objek. Otot biceps akan menghasilkan tegangan yang cukup untuk

mengangkat objek tersebut, dan seluruh otot akan mengalami pemendekan dalam prosesnya, meskipun berat objek tetap sama ketika diangkat.

2. Kontraksi Isokinetik

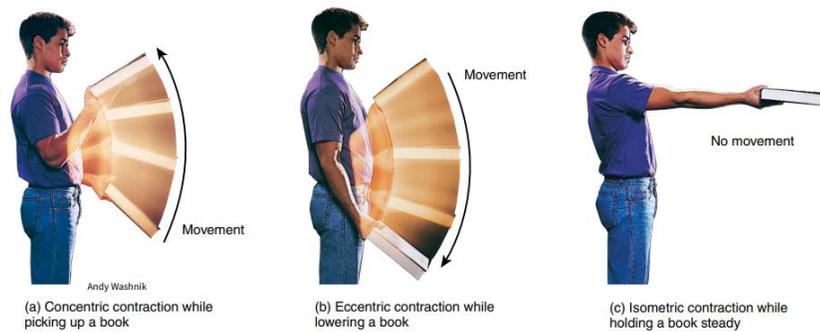
Ini adalah kondisi dimana panjang otot berubah pada laju pemendekan yang konstan. Kontraksi isokinetik tidak dapat terjadi dalam kondisi normal dan memerlukan penggunaan mesin olahraga khusus. Mesin olahraga ini diatur sedemikian rupa sehingga kontraksi otot selama seluruh rentang gerakan berlangsung dengan laju yang konstan. Olahraga isokinetik sangat cepat dalam mencapai kekuatan otot yang maksimal.

3. Kontraksi Isometrik

Jenis kontraksi ini melibatkan perubahan dalam ketegangan otot tanpa adanya perubahan panjang otot. Kontraksi isometrik penting untuk mendukung benda dalam posisi yang tetap (seperti menahan makanan) dan menjaga postur tubuh (seperti menjaga kaki tetap lurus saat berdiri).

Ketiga jenis kontraksi ini adalah yang utama saat kita beraktivitas fisik. Selain itu, terdapat juga dua jenis kontraksi otot lainnya, yaitu kontraksi konsentrik dan eksentrik. Jika tegangan yang dihasilkan dalam kontraksi isotonik konsentrik (kon-SEN-trik) cukup besar untuk mengatasi resistensi dari objek yang akan dipindahkan, otot akan memendek dan menarik struktur lain, seperti tendon untuk menghasilkan gerakan dan mengurangi sudut pada sendi. Mengangkat sebuah buku dari meja melibatkan kontraksi isotonik konsentrik pada otot *biceps brachii* di lengan. Sebaliknya, ketika menurunkan buku untuk meletakkannya kembali di meja, otot biceps

yang sebelumnya memendek akan memanjang dengan terkontrol sambil tetap berkontraksi. Ketika panjang otot meningkat selama kontraksi, kontraksi tersebut disebut kontraksi isotonik eksentrik (ek-SEN-trik). Selama kontraksi eksentrik, tegangan yang dihasilkan oleh jembatan silang miosin menghambat gerakan beban (buku, dalam kasus ini) dan memperlambat pemanjangan (Tortora GJ & Derrickson B, 2017).



Gambar 9. Perbandingan Kontraksi Isotonik (Konsentrik dan Eksentrik) dan Isometrik (Tortora GJ & Derrickson B, 2017)

2.2.7 Klasifikasi Penelitian Gerakan Genggaman Tangan

Beberapa peneliti melakukan penelitian mengenai beberapa gerakan genggaman tangan dari perspektif kualitatif dan kuantitatif. Berikut beberapa penelitian mengenai macam-macam gerakan genggaman tangan:

1. Schlesinger (1919)

Schlesinger pertama kali mengkategorikan genggaman menjadi enam jenis, yaitu *cylindrical*, *spherical*, *tip*, *palmar*, *lateral*, dan *hook* berdasarkan bentuk benda, permukaan tangan, dan bentuk tangan (Schlesinger, 1919).

2. Napier (1956)

Napier membagi gerakan tangan menjadi dua kelompok utama, yaitu *prehensile* dan *nonprehensile*, berdasarkan apakah benda tersebut direbut dan dipegang tangan atau tidak. Untuk gerakan yang dapat dipahami, Napier percaya bahwa genggamannya dapat dikategorikan berdasarkan tujuan tindakan tugas, kekuatan, atau genggamannya presisi (Napier, 1956), berdasarkan apakah tugasnya memerlukan tenaga yang besar atau gerakan yang presisi.

3. Kamakura (1980)

Menurut area kontak di tangan, Kamakura membagi genggamannya statis menjadi empat kategori, yaitu *power* (keterlibatan ibu jari dan seluruh sisi jari), *intermediate* (keterlibatan aspek telunjuk dan jari tengah), *precision* (keterlibatan ujung jari) dan *no thumb* (tidak ada kategori pegangan keterlibatan ibu jari).

4. Iberall (1986, 1987, 1997)

Iberall menggambarkan genggamannya tangan dengan pembahasan rinci tentang *virtual finger* (VF) dan ruang oposisi. VF didefinisikan sebagai representasi abstrak dari jari menerapkan kekuatan oposisi. Berdasarkan arahnya gaya yang diterapkan antara tangan dan benda, genggamannya tangan dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu telapak tangan, bantalan dan sisi samping oposisi.

5. Cutkosky (1989)

Cutkosky (1989) mengusulkan pohon hierarki pemahaman yang dimulai dengan dua tujuan tindakan dasar yang disarankan oleh Napier kemudian membaginya menjadi *virtual finger* (VF) dan objek bentuk, yang secara total mencantumkan 16 genggamannya berbeda (berisi satu jenis platform yang tidak dapat dipahami).

6. Feix (2015)

Untuk mengeksplorasi keterampilan menggenggam manusia secara lebih rinci, Feix membangun taksonomi pemahaman berisi 33 jenis genggam. Definisi tujuan tindakan, objek bentuk, VF, dan posisi ibu jari dipertimbangkan.

7. Elliot dan Connolly (1984)

Elliott dan Connolly (1984) membagi gerakan menjadi dua, yaitu sinergis (dibagi menjadi simpel dan timbal balik), dan pola berurutan (gerakan bekbersinambungan).

8. Bullock (2013)

Bullock menyediakan klasifikasi berpusat pada tangan yang berkontribusi pada pembangunan dari kerangka umum untuk menggambarkan manipulasi ketangkasan tangan, yaitu gerak pada tangan dan gerak pada kontak (Liu *et al.*, 2021)

2.2.8 Klasifikasi Fungsi Gerakan Genggam Tangan

Tangan merupakan salah satu anatomi penting dalam tubuh manusia yang terlibat dalam berbagai tindakan. Menyentuh, menggenggam, memegang, dan komunikasi nonverbal adalah fungsi umum tangan. Tugas khusus yang banyak menggunakan tangan antara lain bermain biola, melukis, menenun, menggali dengan sekop, dan mengangkat barang berukuran besar. Fungsi tangan sangat berkaitan dengan kemampuan individu dalam melakukan tugas sehari-hari yang dinilai berdasarkan struktur anatomi tangan, persepsi sensorik, koordinasi, kekuatan, dan ketangkasan (Tuncay, 2019).

Fungsionalitas gerakan tangan manusia terdiri dari sejumlah besar tugas yang dapat dilakukan dengan tangan. Setiap tugas dapat didekomposisi menjadi sub tugas yang didorong oleh tujuan tindakan spesifik. Untuk menyelesaikan setiap sub tugas, tindakan yang berbeda harus dipilih dari serangkaian kemungkinan tindakan yang sesuai pada tujuan tindakan tertentu. Serangkaian tindakan yang mungkin dilakukan disebut kelas tindakan. Oleh karena itu, dibandingkan dengan tugas dan sub tugas, tindakan merupakan satuan komposisi terkecil dari fungsionalitas gerakan manusia. Berikut klasifikasi beberapa istilah fungsionalitas gerakan manusia:

1. *Hand Movement Functionality* (Fungsionalitas gerakan tangan)

Merupakan jumlah dari berbagai tugas yang mampu dilakukan oleh tangan manusia.

2. *Task* (Tugas)

Berkaitan dengan tangan manusia yang umumnya ditentukan pada tingkat yang tinggi, seperti meminum air.

3. *Subtask* (Sub tugas)

Diuraikan dari suatu tugas dan didorong oleh tujuan spesifik tindakan.

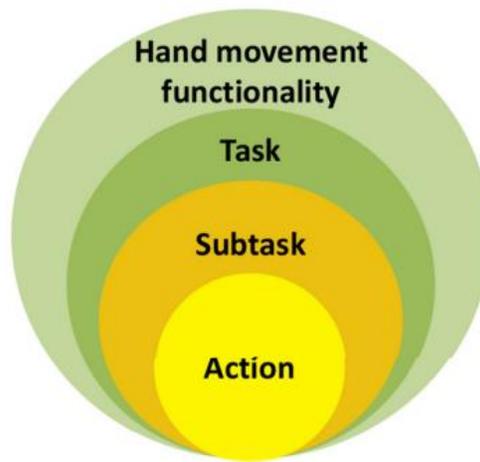
4. *Action Class* (Kelas tindakan)

Serangkaian tindakan yang mungkin dilakukan untuk tujuan tindakan tertentu.

5. *Action* (Tindakan)

Tindakan berbeda yang dipilih dari kelas tindakan sehingga menyelesaikan sub tugas.

Salah satu contoh tugas sederhana, seperti memegang cangkir di atas meja. Tugas ini merupakan salah satu bagian dari fungsi gerakan tangan dan dapat diuraikan menjadi dua sub tugas secara berurutan: mencapai cangkir dan menggenggamnya. Entah untuk menggapai atau menggenggam, ada beberapa cara yang mungkin diterapkan yang dilakukan untuk mencapai atau menggenggam sebuah cangkir (Liu *et al.*, 2021)



Gambar 10. Klasifikasi Fungsi Gerakan Genggam Tangan (Liu *et al.*, 2021)

2.2.9 Deskripsi Klasifikasi Gerakan Genggaman Tangan

Keragaman gerakan tangan menyebabkan kesulitan dalam menggambarkan gerakan tangan secara komprehensif. Untuk menggambarkannya secara komprehensif dan secara sistematis, kelas tindakan ditetapkan sebagai yang unit terkecil dalam pohon hierarki untuk mengklasifikasikan beberapa gerakan tangan.

1. *Prehensile*

Suatu objek dipertahankan sebagian atau seluruhnya termasuk genggam dan manipulasi (menggenggam objek yang bergerak)

2. *Nonprehensile*

Suatu objek tidak dipertahankan tetapi melakukan tindakan atau aksi pada objek termasuk *platform* (kelas 5) untuk menahan gravitasi, kontak gerakan (kelas 7), seperti menekan tombol lampu atau gerak bebas (kelas 8) (tidak ada objek), dan istirahat (kelas 6).

3. *Grasp* (Genggaman dengan objek tidak bergerak)

Menjaga kestabilan antara tangan dengan objek, termasuk *hold* (kelas 1) dan *transfer* (kelas 2).

4. *Manipulation* (Gerakan dengan objek bergerak)

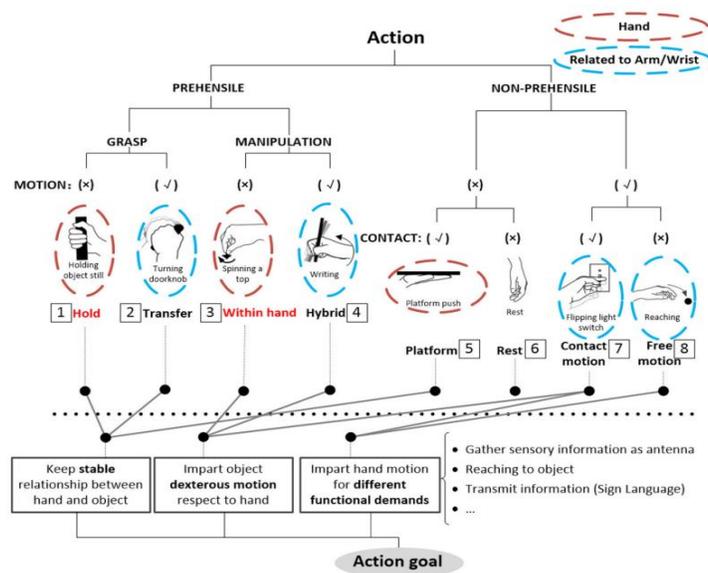
Gerakan yang terjadi di tangan, termasuk *within hand* pada tingkat *manipulation* (kelas 3) dan *hybrid* (kelas 4), mengiringi gerak presisi jari dan tangan yang digerakkan oleh pergelangan tangan serta lengan.

5. *Motion*

Tangan digerakkan dan dilibatkan oleh pergelangan tangan serta lengan yang bergerak terhadap kerangka koordinat benda, seperti ditunjukkan pada *transfer* dan *hybrid*

6. *Contact*

Tangan bekerja pada suatu objek dan terjadilah area kontak atau sentuhan antara tangan dan objek (Liu *et al.*, 2021).



Gambar 11. Klasifikasi Sistematis Gerakan Genggaman Tangan (Liu *et al.*, 2021)

2.2.10 Faktor yang mempengaruhi Kekuatan Otot Genggam

a. Jenis Kelamin

Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Almashaqbeh *et al*, mengkonfirmasi adanya pengaruh signifikan jenis kelamin terhadap kekuatan genggam maksimal. Kekuatan cengkeraman yang lebih tinggi dilaporkan terjadi pada laki-laki dibandingkan perempuan. (Almashaqbeh *et al.*, 2022). Hal ini ada hubungannya dengan hormon testosteron pria. Testosteron yang mempunyai pengaruh anabolik yang signifikan menyebabkan terjadinya peningkatan penyimpanan di jaringan seluruh tubuh, khususnya pada protein kontraktile otot dengan kisaran 30 - 50%. Pria yang jarang melakukan latihan fisik dan memiliki kadar testosteron normal memperoleh massa otot 40% lebih banyak dibandingkan wanita yang konsentrasi testosteronnya tidak setinggi pria (Guyton, 2019).

b. Usia

Tingkat latihan fisik individu cenderung menurun seiring bertambahnya usia. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh berkurangnya ketahanan fisik seiring bertambahnya usia, sehingga variasi dan aktivitas yang dapat dilakukan menjadi lebih sedikit. Tingkat aktivitas fisik lansia ditentukan oleh pekerjaannya. Lansia yang masih bekerja lebih banyak melakukan aktivitas fisik dibandingkan lansia yang tidak bekerja.(Chattalia *et al.*, 2020). Kinerja otot menurun seiring bertambahnya usia. Usia produktif untuk mendapatkan kekuatan otot maksimal antara 25-45 tahun sedangkan mulai usia 45 tahun keatas sisa kekuatan yang dimiliki pekerja hanya tersisa 70-80% (Winanda *et al.*, 2017). Kekuatan otot tangan menurun sebesar 16-40% dan otot genggam tangan sebesar 50% pada lansia (Fadel, 2014). Penuaan yang terjadi pada lansia menyebabkan atrofi serat otot pada serat tipe II, mengakibatkan waktu kontraksi lebih lama, penurunan kekuatan, dan pengurangan ukuran serat otot. Para lansia mengalami kendala dalam menjalankan tugas sehari-hari karena kekuatan otot mereka menurun (Nurfadillah, 2022).

c. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik diperlukan karena dapat bermanfaat bagi sistem muskuloskeletal. Kekuatan otot dapat ditingkatkan dengan aktivitas fisik yang konsisten. Kontraksi otot saat beraktivitas mempercepat produksi protein otot kontraktil, sehingga mengakibatkan peningkatan peningkatan filamen aktin dan miosin di dalam miofibril. Akan terjadi kerusakan pada setiap serat otot untuk menghasilkan miofibril baru, dan peningkatan produksi miofibril menyebabkan hipertrofi serat otot. Hipertrofi meningkatkan fosfagen seperti fosfokreatin dan ATP. Hal ini pada akhirnya meningkatkan

kemampuan sistem metabolisme aerobik dan anaerobik, sehingga meningkatkan kekuatan otot (Chattalia *et al.*, 2020).

Latihan otot akan meningkatkan massa otot, massa tulang, dan fungsi saraf. Peningkatan massa, peningkatan daya tahan dan kekuatan otot akan dihasilkan dari aktivitas otot dan saraf ini. Massa otot mempunyai pengaruh terhadap volume, kekuatan, fleksibilitas, dan ketegangan serat otot pada sistem muskuloskeletal (Kopiczko *et al.*, 2018).

d. Posisi Anatomi

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kurdi dan Dweiri telah mempelajari kekuatan cengkraman tangan pada tujuh posisi anatomi yang berbeda. Meskipun ukuran sampel kecil, di mana hanya dua puluh subjek laki-laki yang direkrut dalam penelitian mereka, hasil deskriptif menunjukkan bahwa kekuatan cengkraman terbesar diperoleh pada posisi 2 di mana bahu diadduksi dan siku dalam fleksi 90°, sedangkan ukuran cengkraman terendah tercatat pada posisi 7 di mana bahu diabduksi dengan 180° dan siku pada sendi fleksi 90°. Perbandingan berpasangan antara semua posisi anatomi lengan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa satu-satunya perbedaan signifikan terjadi antara posisi 2 dan posisi 7. Posisi 2 menghasilkan kekuatan cengkraman tangan yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan posisi 7 (Kurdi dan Dweri, 2020).

e. Postur Tubuh

Elsais dan Mohammad telah mempelajari pengaruh postur tubuh terhadap kekuatan genggam tangan. Mereka menemukan bahwa kekuatan genggam tangan lebih tinggi dalam postur berdiri dibandingkan dengan postur berbaring telentang, berbaring

menyamping, berbaring tengkurap, dan duduk. Dalam penelitian mereka, bahu diadduksi dengan siku dalam fleksi 90° dan dipertahankan dalam posisi ini untuk semua postur tubuh. Kekuatan otot genggam tangan juga dipengaruhi oleh posisi anatomi lengan. Berbagai penelitian telah fokus pada pengaruh sudut penempatan bahu dan peran sudut siku yang berbeda terhadap kekuatan otot genggam tangan (Elsais dan Mohammad, 2014).

f. Asupan Protein

Pengurangan konsumsi makronutrien, terutama protein, berkontribusi pada penurunan kekuatan otot rangka yang terkait dengan penuaan. Konsumsi protein yang mencukupi mendorong sintesis protein otot. Karbohidrat dan lipid juga memengaruhi otot rangka dengan memengaruhi pergerakan glukosa, pembentukan glikogen, dan oksidasi glukosa (Halim dan Sukmaniah, 2020). Kemudian dengan peningkatan asupan protein juga akan diikuti oleh peningkatan kualitas aktivitas fisik (Putri *et al.*, 2021).

2.2.11 Alat Untuk Mengukur Kekuatan Otot Genggam Tangan

Camry Handgrip dynamometer adalah alat ukur digital yang tepat untuk menguji kekuatan otot genggam tangan terhadap tangan dominan (Prasad *et al.*, 2021). Alat ini mempunyai kemampuan yang lebih baik dimana mampu mengukur kekuatan otot genggam tangan maksimal hingga 90 kg. Selain itu alat ini juga memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan *jamar dynamometer* (Mani, 2019). European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) merekomendasikan penggunaan alat ini untuk menguji fungsi otot genggam tangan. Proyek Sarkopenia Foundation for the National Institute of Health (FNIH) menyebutkan bahwa *camry handgrip*

dynamometer digunakan untuk menilai kekuatan ekstremitas atas (Stessman *et al.*, 2017).

Alat pengukur ini digunakan untuk mengukur kekuatan otot genggam karena memiliki keunggulan yang sederhana, ekonomis, dan mudah digunakan. Alat *camry handgrip dynamometer* ini secara otomatis mencatat hasil maksimal dalam satuan kilogram (Nurfadillah, 2022). . Berdasarkan *American Society of Hand Therapist* (2015) pembagian kategori juga dapat dikelompokkan menjadi <36,8 sebagai kekuatan otot yang lemah, 36,8-56,6 sebagai kekuatan otot yang normal, dan >56,6 kekuatan otot yang kuat.

Adapun cara penggunaan *camry handgrip dynamometer* yang akan digunakan sebagai tes adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dengan memulai kalibrasi pengaturan pada panel LCD digital.
2. Persiapan responden untuk berdiri tegak dengan posisi kaki dibuka selebar bahu.
3. Lengan memegang *handgrip dynamometer* lurus di samping badan.
4. Responden diinstruksikan untuk menekuk siku mereka 90 derajat dan menyesuaikan lokasi ukuran genggam tangan mereka.
5. Mulailah menggenggam dengan sekuat tenaga.
6. Tangan yang diperiksa dan alat tidak boleh tersentuh badan ataupun benda lain.
7. Tes tersebut berlangsung selama 5 detik dan dilakukan tiga kali pengulangan dengan jeda 1 menit kemudian dipilih hasil yang terbaik.
8. Hasil genggam dapat dilihat pada panel LCD.
9. Bandingkan temuan dengan tabel interpretasi (Wiriawan, 2017).

2.3 Calisthenics

2.3.1 Definisi Olahraga *Calisthenics*

Kata "Calisthenics" berasal dari dua kata dalam bahasa Yunani Kuno: kallos, yang berarti "indah" atau "keindahan", dan sthenos, yang berarti "kekuatan". Di Yunani, kegiatan ini berfungsi sebagai latihan sehari-hari serta tujuan atletik dan militer. Orang kulit hitam membuat olahraga ini terkenal pada awalnya sebagai semacam protes terhadap kelas atas, yang mampu membayar keanggotaan gym untuk berolahraga. Olahraga adalah hak setiap orang, dalam bahasa mereka. Karena itu, orang mempertanyakan tujuan mengeluarkan uang mahal untuk olahraga, bahkan jika mungkin melakukannya tanpa mengeluarkan uang. Kemudian, setelah diperkenalkan ke Amerika oleh Friedrich Ludwig Jahn, olahraga ini mulai berkembang di sana. Selain itu, pada saat yang sama, Catherine Beecher dan Dio Lewis menciptakan program olahraga untuk wanita di Amerika pada abad pertengahan dan abad ke-19 (Sulianta, 2015).

Calisthenics adalah jenis latihan yang memerlukan serangkaian gerakan ritmis yang mudah yang sering dilakukan tanpa menggunakan instrumen atau peralatan apa pun. Selain itu, olahraga *calisthenics* adalah jenis olahraga yang hanya menggunakan berat tubuh sendiri untuk membangun kekuatan. Latihan *calisthenics* sering dilakukan hanya dengan berat badan yang bertindak sebagai resistensi serta dapat dilakukan dimana saja, tidak hanya di taman kota atau tempat latihan yang telah ditentukan. Berbagai gerakan *calisthenics* pada dasarnya merupakan kompilasi dari semua manuver berbeda yang digunakan dalam olahraga (Sulianta & Pratama, 2017).

Calisthenics meliputi latihan yang menggunakan beban tubuh sebagai resistensi untuk membangun kekuatan. Latihan dalam *calisthenics* relatif mudah dipelajari, memungkinkan kerja kelompok, memiliki risiko cedera yang rendah, dan menawarkan pengalaman olahraga yang berbeda yang mungkin lebih menyenangkan bagi anak-anak daripada latihan ketahanan atau resistensi yang lainnya (Santos *et al.*, 2015).

Calisthenics merupakan olahraga yang terutamanya adalah penggunaan aktivitas otot lengan dan tangan yang digunakan secara maksimal. Semakin banyak kekuatan otot yang dihasilkan lengan dan tangan, semakin baik fungsinya. Lengan dan tangan dapat digunakan untuk berbagai tugas, termasuk memegang, mengangkat, mendorong, dan menarik. Kumpulan kekuatan otot lengan dan tangan tergantung pada kapasitasnya untuk menahan beban dalam satu gerakan. Otot lengan dan tangan digunakan dalam olahraga *calisthenics* untuk mengangkat dan menopang tubuh (Adhi, 2018).

2.3.2 Jenis Aktivitas Olahraga *Calisthenics*

Pada tahun 2013, *calisthenics* berkembang di Indonesia dengan nama *street workout*. *Street workout* merupakan turunan dari *calisthenics*, yaitu istilah luas untuk setiap aktivitas fisik yang dilakukan di taman atau area publik lainnya tanpa memerlukan peralatan khusus. Latihan *street workout* adalah aktivitas gaya hidup yang memadukan olahraga dan tindakan lain termasuk *pull-up*, *chin-up*, *push-up*, *sit-up*, *dips*, dan *squat*. Ini juga mencakup sejumlah rutinitas peregangan. Gerakan ini bergantian antara gerakan aktif dan pasif. Gerak pasif mengacu pada seseorang yang mempertahankan kondisi tubuh statis dengan posisi tertentu serta dimanfaatkan untuk melatih otot dan ketahanan tubuh sedangkan gerak aktif mengacu pada perubahan gerakan atau posisi tubuh internal dalam waktu singkat. latihan yang banyak dilakukan dalam latihan *street*

workout ini, yaitu menggunakan bar (80%) dan *grounding* (20%) (Sulianta, 2015). Tahapan yang disebut *Core training* adalah tempat dilakukannya pengembangan model latihan *calisthenics* (*Main Course*). Sebuah gerakan *calisthenics* dengan sendirinya pada latihan inti akan diubah, dicampur, dan secara bertahap diatur yang membuat gerakan latihannya menjadi bervariasi. latihan inti yang dimaksud misalkan:

1. *Exercise on ground*, misalnya berbagai jenis push up (*regular push up*). Pada latihan ini melibatkan gerakan mengangkat dan menurunkan badan secara perlahan sementara kedua tangan diluruskan secara berulang (Gottschall *et al.*, 2018). Gerakan ini mengaktivasi otot ekstremitas atas khususnya pada saat menekuk siku meningkatkan aktivasi dari *M. biceps brachii* (Vural *et al.*, 2023) Selain itu pada *push up* melibatkan *scapular stabilizer muscles*, yaitu *M. Latissimus dorsi*, *M. trapezius*, *M. rhomboid*, dan *M. serratus anterior*. Variasi *push up*, yakni: *diamond push up*, *spider push up*, *pseudo push up*, *archer push up*, *typewrite push up*, *pike push up*, *incline push up*, *decline push up*, *wide push up*, *pistol push up*, dan *hindu push up*.

2. *Exercise on bar*: misalnya: *regular pull up*, Pada latihan ini melibatkan gerakan mengangkat badan menggunakan lengan. Gerakan ini memerlukan adanya suatu tiang horizontal dengan kedua tangan lurus sertan dibuka selebar bahu. Gerakan ini akan mengaktivasi otot ekstremitas atas seperti *M. deltoideus*, *M. biceps brachii*, *M. Trapezius* dan *M. Latissimus dorsi* (Hewit *et al.*, 2018). Selain itu pada saat melakukan genggam tangan otot fleksor menghasilkan kekuatan genggamannya dan otot ekstensor dari lengan menstabilisasi pergelangan tangan (Almashaqbeh *et al.*, 2022). Variasi *pull up*, yakni: *close grip pull up*, *wide pull up*, *wide back pull up*, *chin up*.

Metode alami paling sederhana untuk membangun lebih banyak otot dan memperkuat otot adalah melalui olahraga *calisthenics*. Hasil olahraga ini memiliki dampak yang serupa dengan angkat besi, kebugaran, atau bentuk aktivitas lainnya (Sulianta & Pratama, 2017).

2.3.3 Tujuan Olahraga *Calisthenics*

Tiga tujuan *calisthenics* adalah meningkatkan kesehatan tubuh, mencapai perubahan fisik, dan belajar bergerak dengan bebas. *Calisthenics* menekankan pengendalian internal pada diri seorang individu. Pada olahraga *calisthenics* untuk mendapatkan kekuatan otot genggam tangan yang maksimal diperoleh dari dalam diri sendiri (Intrinsik) dengan dilakukan terus menerus dan difokuskan pada proses pelatihan yang tepat sesuai standar. (Setiawan & Arbaham, 2018).

2.4 Pekerja Konstruksi Bangunan

2.4.1 Jenis Aktivitas Pekerja Konstruksi Bangunan

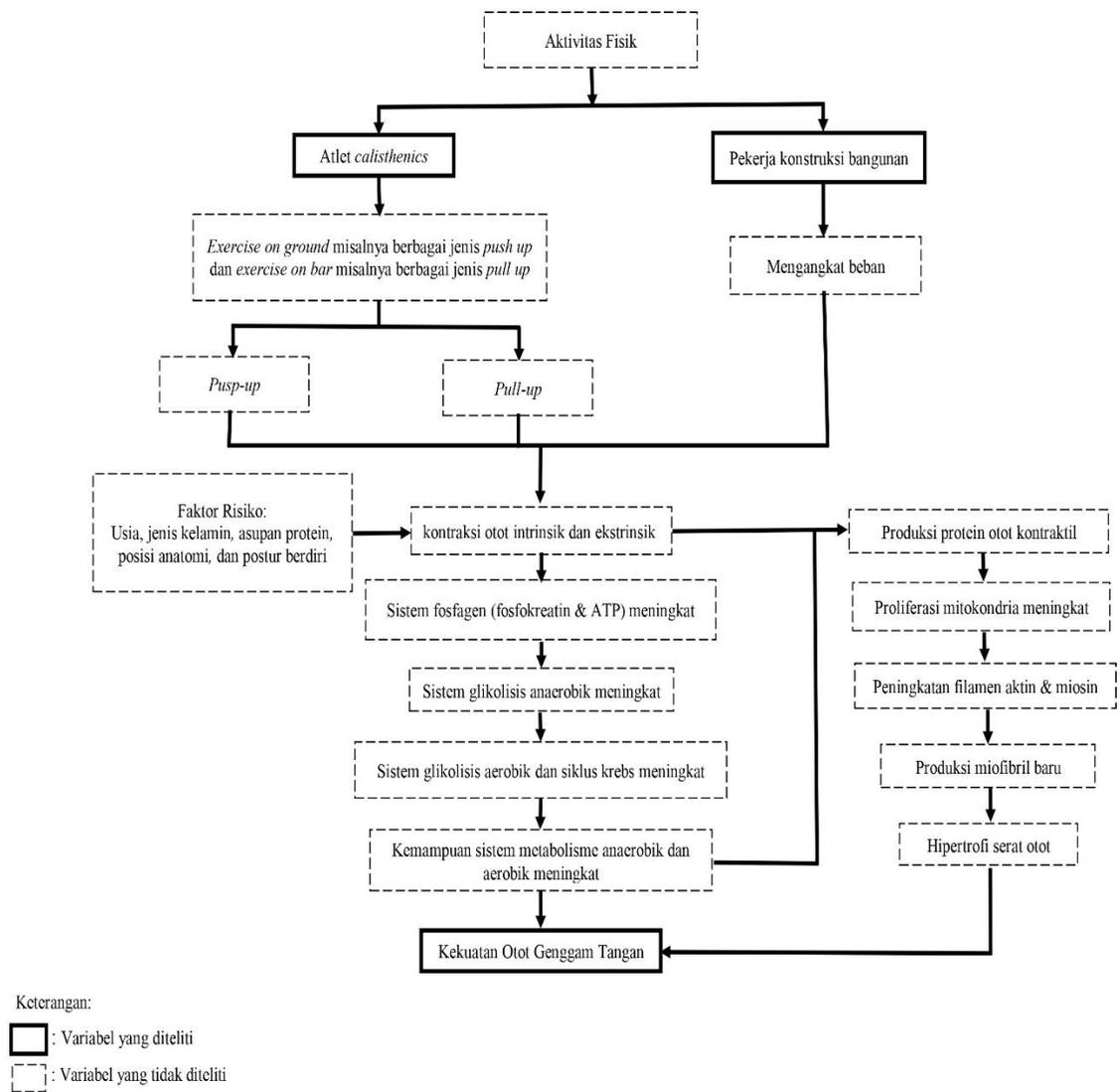
Beberapa pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja konstruksi, seperti membongkar, membangun, dan memasang barang di ketinggian atau di medan apapun, termasuk dalam kategori pekerjaan berbahaya. Pekerja konstruksi juga dituntut dalam kekuatan fisik dan mental. Pekerja konstruksi bangunan terlibat dalam berbagai kegiatan seperti tukang batu, tukang semen, tukang ledeng, tukang listrik, tukang kayu, operator derek (Yaser & Mousavi, 2015).

Pekerja konstruksi bangunan mempunyai beban yang cukup besar akibat aktivitas fisik yang melebihi batas normal (Hashiguchi *et al.*, 2020). Thivel dkk. (2018) mendefinisikan aktivitas fisik sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka yang meningkatkan pengeluaran energi disebabkan oleh metabolisme dan ditandai dengan adanya modalitas, frekuensi, intensitas, durasi, dan latihan situasional.

Aktivitas fisik dibagi menjadi tiga kategori: ringan, sedang, dan berat. Di lokasi konstruksi, sebagian besar aktivitas fisik dilakukan ketika melakukan pekerjaan konstruksi (Arias *et al.*, 2015).

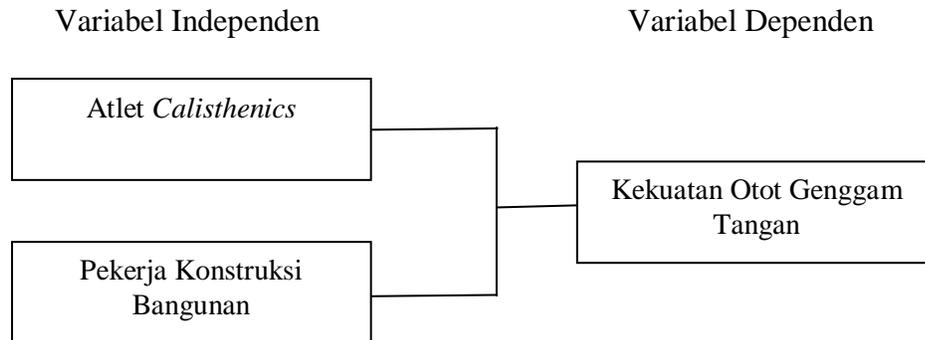
Aktivitas fisik yang biasa dilakukan oleh pekerja konstruksi bangunan adalah bagian dari kategori fisik berat, seperti salah satunya adalah mengangkat beban. (Arias *et al.*, 2015). Seorang pekerja konstruksi bangunan akan menggunakan atau melibatkan kekuatan otot *biceps* dengan maksimal ketika mengangkat sebuah beban (Kurniawati *et al.*, 2019). Pada saat mengangkat beban seorang pekerja konstruksi bangunan mengalami fleksi bahu, fleksi siku, supinasi lengan bawah, fleksi pergelangan tangan serta melibatkan beberapa otot, seperti *m.sternocleidomastoideus*, *m.deltoideus*, *m.trapezius*, *m.brachialis*, *m.biceps brachii*, *m.triceps brachii*, *m.brachioradialis*, *m.pronator teres*, *m.pronator quadratus*, *m.extensor carpi ulnaris*, *m.coracobrachialis*, *m.latissimus dorsi*, *m.supinator*, *m.anconeus*, dan *m.erector spine* (Burhanuddin *et al.*, 2017).

2.6 Kerangka Teori



Gambar 12. Kerangka Teori

2.7 Kerangka Konsep



Gambar 13. Kerangka Konsep

2.8 Hipotesis

2.8.1 Hipotesis Null (H₀)

Tidak terdapat perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan

2.8.2 Hipotesis Kerja (H₁)

Terdapat perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional jenis kuantitatif komparatif dengan pendekatan *cross sectional* yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan kekuatan otot genggam tangan antara atlet *calisthenics* dan pekerja konstruksi bangunan.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di *Raffles Residence*, lapangan Saburai dan lapangan Unila, Bandarlampung, Lampung. Peneliti Menyusun proposal penelitian pada bulan September 2023. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2023

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1. Populasi

Populasi adalah semua pekerja konstruksi yang ada *Raffles Residence* serta atlet *calisthenics* Saburai dan *Redants.id Calisthenics* di lapangan Saburai serta Unila, Bandarlampung, Lampung.

3.3.2. Sampel

Penentuan sampel pada penelitian ini adalah atlet *calisthenics* dan pekerja konstruksi bangunan yang termasuk ke dalam kriteria inklusi dan eksklusi. Sampel diambil dengan menggunakan teknik total

sampling yaitu pengambilan sampel secara menyeluruh dari seluruh populasi yang ada serta memenuhi kriteria inklusi dan kriteria eksklusi.

3.3.3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Pengambilan sampel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi dibawah ini, yaitu:

a. Kriteria Inklusi Pekerja Konstruksi Bangunan

1. Responden yang dijadikan sampel adalah pekerja konstruksi yang berada di Raffles Residence dengan umur 17-45 tahun.
2. Responden berjenis kelamin laki-laki.
3. Responden bersedia dijadikan sampel penelitian dan bekerja sama hingga penelitian berakhir.
4. Responden sedang dalam kondisi tidak cedera *N. ulnaris* dan *N. medianus*.
5. Responden pekerja konstruksi tetap melakukan aktivitas sehari-hari tanpa melakukan latihan khusus untuk genggaman tangan.
6. Pekerja konstruksi bangunan adalah bagian yang mengangkat beban.
7. Pekerja konstruksi bangunan sudah bekerja selama lebih dari 3 bulan.

b Kriteria Inklusi Atlet *Calisthenics*

1. Responden yang dijadikan sampel adalah anggota atlet *calisthenics* dari komunitas Saburai Calisthenics dan Redants.id Calisthenics di lapangan Saburai dan Unila dengan usia 17-45 tahun.
2. Responden berjenis kelamin laki-laki.
3. Responden bersedia dijadikan sampel penelitian dan bekerja sama hingga penelitian berakhir.
4. Responden sedang dalam kondisi tidak cedera *N. ulnaris* dan *N. Medianus*.
5. Atlet *calisthenics* sudah latihan lebih dari 3 bulan.

6. Responden atlet *calisthenics* aktif mengikuti kegiatan komunitas.

c Kriteria Eksklusi

1. Responden pernah mengalami cedera di pergelangan tangan dan memiliki permasalahan cedera otot atau *N. ulnaris* serta *N. medianus*.

3.4 Identifikasi Variabel

Terdapat dua variabel yang hendak diteliti dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Variabel bebas atau *independent variable* dalam penelitian ini yaitu pekerja konstruksi di Raffles Residence Bandarlampung dan atlet *calisthenics* saburai calisthenics serta redants.id calisthenics.
- b. Variabel terikat atau *dependent variable* dalam penelitian ini adalah kekuatan otot genggam tangan.

3.5 Definisi Operasional

Tabel 2. Definisi Operasional Variabel

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1	Kekuatan Otot Genggam Tangan	Kontraksi maksimal otot genggam tangan yang dapat dikeluarkan terhadap tahanan tertentu (Kemenkes, 2020).	<i>Camry Handgrip Dynamometer</i>	Kilogram (Kg)	Rasio

2,	Atlet <i>Calisthenics</i>	Seorang atlet yang memaksimalkan penggunaan beban tubuh tanpa bantuan alat apapun (Alemayehu, 2021)	Form Isian	0= Atlet <i>calisthenics</i> 1= Pekerja konstruksi bangunan	Nominal
3,	Pekerja Konstruksi Bangunan	Pekerja konstruksi adalah seseorang yang mempunyai tugas dalam kegiatan pembangunan hingga pengoperasian suatu bangunan (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2016)	Form Isian	0= Atlet <i>calisthenics</i> 1= Pekerja konstruksi bangunan	Nominal

3.6. Prosedur Penelitian

3.6.1. Instrumen Penelitian

a. *Camry Handgrip Digital Dynamometer*

Alat ini memiliki angka reliabilitas dan validitas yang tinggi (Huang *et al*, 2022)

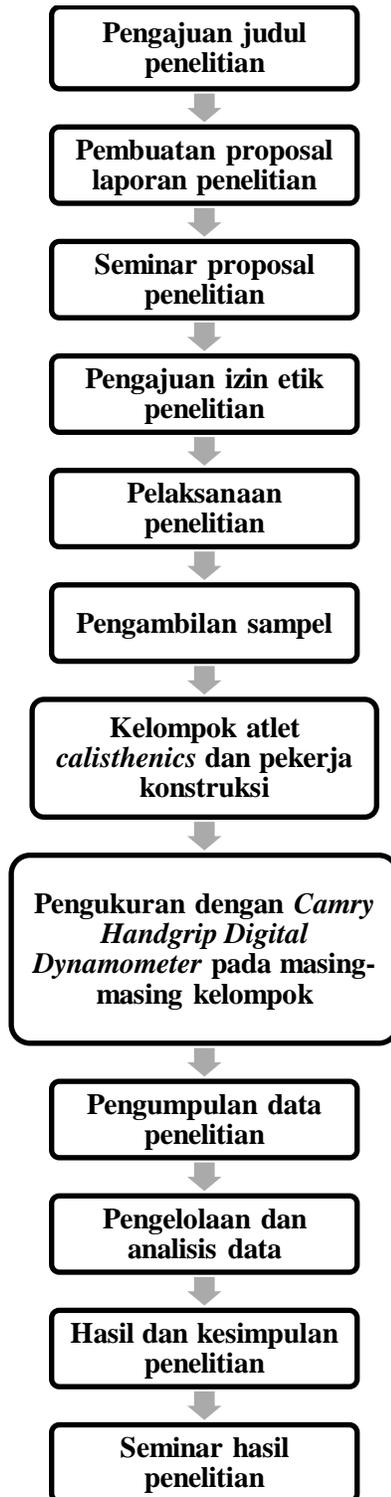
b. Formulir Isian Lengkap

Nama lengkap, umur, BB, TB dan riwayat cedera digunakan untuk mengisi informasi diri responden.

c. Timbangan dan *microtoise*

Untuk mengumpulkan data tinggi dan berat badan responden secara tepat untuk karakteristik responden.

3.6.2. Alur Penelitian



Gambar 14. Alur Penelitian

3.7 Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan evaluasi kekuatan fisik otot genggam tangan pada atlet *calisthenics* dan pekerja konstruksi bangunan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Peneliti mengukur kekuatan otot genggam tangan menggunakan panduan pelaksanaan tes dan pengukuran olahragawan dari Wiriawan (2017) serta menggunakan alat ukur *Camry Handgrip Digital Dynamometer*. Berikut tahapan dari pengumpulan data:

1. *Inform consent* kepada responden
2. Berikan penjelasan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan
3. Jika responden setuju, dilanjutkan dengan memberikan lembar form isian untuk mengisi identitas lengkap pada responden,
4. Lakukan pengukuran kekuatan otot genggam tangan pada responden.

Adapun cara penggunaan *handgrip dynamometer* yang akan digunakan sebagai tes adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dengan memulai kalibrasi pengaturan pada panel LCD digital.
2. Persiapan responden untuk berdiri tegak dengan posisi kaki dibuka selebar bahu.
3. Lengan memegang *handgrip dynamometer* lurus di samping badan.
4. Responden diinstruksikan untuk menekuk siku mereka 90 derajat dan menyesuaikan lokasi ukuran genggam tangan mereka.
5. Mulailah menggenggam dengan sekuat tenaga.
6. Tangan yang diperiksa dan alat tidak boleh tersentuh badan ataupun benda lain.
7. Tes tersebut berlangsung selama 5 detik dan dilakukan tiga kali pengulangan dengan jeda 1 menit kemudian dipilih hasil yang terbaik.
8. Hasil genggam dapat dilihat pada panel LCD *handgrip dynamometer*.
9. Bandingkan temuan dengan tabel interpretasi.

3.8. Pengolahan dan Analisis Data

3.8.1. Pengolahan Data

Data yang sudah terkumpul dianalisis menggunakan aplikasi komputer/program statistik untuk tujuan analisis. Dahlan (2020) menyatakan tahapan pengolahan data dengan memanfaatkan perangkat lunak komputer antara lain: dari:

a. Editing

Periksa isi kuesioner untuk memastikan bahwa respon yang dikumpulkan benar, komprehensif, relevan, jelas, dan konsisten.

b. Coding

Data yang diperoleh pada tahap pengumpulan diubah menjadi simbol-simbol berupa angka untuk dianalisis.

c. Data Entry

Memasukkan data yang sudah dikoding ke dalam komputer.

d. Verifying

Periksa kembali data yang dimasukkan ke dalam perangkat lunak komputer terhadap data yang ada.

e. Pengolahan

Lakukan analisis statistik yang berbeda pada data jika diperlukan dan praktis.

f. Computer Output

Perangkat lunak komputer mencetak temuan analisis.

3.8.2 Analisis Data

3.8.2.1. Analisis Univariat

Analisis data univariat ini dilakukan untuk menganalisis masing - masing variabel bebas dan variabel terikat. Analisis ini juga berguna untuk melihat penyebaran data *variable dependent* dan *variable independent* dalam bentuk tabel dan melihat nilai

maksimal, minimal, serta nilai tengah hingga rata - rata dalam setiap variabel.

3.8.2.2 Analisis Bivariat

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan uji normalitas data terlebih dahulu dengan tujuan untuk menilai sebaran data. Uji normalitas yang digunakan adalah uji Saphiro-Wilk dikarenakan besar sampel penelitian yaitu <50. Data akan diinterpretasikan terdistribusi normal jika didapatkan $p > 0,05$.

Analisis data untuk penelitian ini menggunakan uji *t independent* untuk uji parametrik jika data berdistribusi normal atau menggunakan uji alternatif Mann Whitney untuk non parametrik jika data tidak terdistribusi normal.

Pemilihan uji ini dilakukan untuk mendapatkan perbedaan nilai rata - rata kekuatan otot genggam pada kelompok atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan. Pengambilan keputusan hasil analisa data dapat dilihat dari taraf signifikansi p (sig *2-tailed*). Hipotesis kerja ditolak jika $p > 0,05$ dan hipotesis kerja diterima jika $p < 0,05$.

3.9. Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik penelitian (*Ethical Clearence*) dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang tertuang dalam surat keputusan nomor 4124/UN26.18/PP.05.02.00/2023

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan otot genggam tangan pada atlet *calisthenics* dengan pekerja konstruksi bangunan dengan nilai ($p=0,00$) artinya terdapat signifikansi yang tinggi.

5.2 Saran

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat meneliti faktor-faktor lain yang memengaruhi kekuatan otot genggam tangan.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya jika memungkinkan dapat menggunakan instrumen penelitian *jamar handgrip dynamometer* yang diaanggap sebagai *gold standard* pada tes kekuatan otot genggam tangan.
3. Peneliti selanjutnya lebih memperhatikan perbedaan umur antara kedua kelompok.
4. Peneliti selanjutnya dapat memperhatikan pengambilan kriteria pekerja konstruksi yang dibutuhkan.
5. Peneliti selanjutnya memastikan kembali keadaan umum dan status kesehatan responden terlebih dahulu.
6. Peneliti selanjutnya dapat memberikan bukti lama bekerja seorang pekerja konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi. 2018. Survei Tingkat Kekuatan Otot Tangan, Kekuatan Otot Lengan, Kekuatan Otot Punggung, Kekuatan Otot Perut, dan Fleksibilitas Komunitas Alkidcalisthenics Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta.
- Alemayehu DG. 2021. Effects of Calisthenics Exercise On Some Selected Physical Fitness Qualities And Shooting Performance At Gebezemariam Mal Handball Team Players. Bihar Dar University Sport Academy Post Graduate Program In Hand Ball Coaching.
- Almashaqbeh S., et al. 2022. The Effect of Gender and Arm Anatomical Position on the Hand Grip Strength and Fatigue Resistance during Sustained Maximal Handgrip Effort. *Journal of Biomedical Physics and Engineering*.12(2):171-180.
- American Society of Hand Therapist. 2015. *Clinical Assesment Recommendations* (3rd ed.). Chicago: The Society.
- Ambike S., et al. 2014. Factors affecting grip force: Anatomy, mechanics, and referent Configurations. *NIH Public Access*. 232(4):1219-1231.
- Arias, O. E., Caban-Martinez, A. J., Umukoro, P. E., Okechukwu, C. A., & Dennerlein, J. T. 2015. Physical activity levels at work and outside of work among commercial construction workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 57(1):73–78.

- Awang JK, Pattiserlihun A, Wibowo NA. 2017. Pengaruh profesi pekerjaan terhadap kekuatan dan daya tahan otot tangan di kecamatan sidorejo, salatiga. *Prosiding Lontar Physic*. 4(4):249–56.
- Burhanuddin LM, Suyanto, Zulfikar. 2017. Profil Ergonomis dan Proporsi Keluhan Muskuloskeletal pada Tenaga Kerja Bongkar Muat di Pelabuhan Bongkar Muat Kota Pekanbaru. *JIK*. 11(2):98-104.
- Chattalia VN., et al. 2020. Hubungan Aktivitas Fisik Terhadap Kekuatan Genggaman dan Berjalan Pada Lansia di Kelurahan Panjer. *Sport and Fitness Journal*. 8(3):205-211.
- Dahlan, S. 2020. *Statistik untuk kedokteran dan kesehatan*. Jakarta: Epidemiologi Indonesia.
- Elsais W dan Mohammad W. 2014. Influence of Different Testing Postures On Hand Grip Strength. *Eur Sci Journal* .10(36):290–301.
- Fadel M, Muis M, Russeng SS. 2014. Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pengemudi Pengangkutan BBM di TBBM PT. Pertamina Pare Pare. Skripsi. Makassar: Fakultas Kedokteran Masyarakat Universitas Hasanuddin.
- Ginting R & Malik AF. 2018. Penggunaan Kuesioner Snq Untuk Analisis Keluhan Rasa Sakit yang Dialami Pekerja Pada UKM Kerupuk Di Kota Medan. *Jurnal Sistem Teknik Industri*. 19(1):34–39.
- Gottschall JS, Hastings B, Becker Z. 2018. Muscle activity patterns do not differ between push-up and bench press exercises. *Journal of Applied Biomechanics*. 34(6):442–47.
- Halim R dan Sukmaniah S. 2020. Hubungan Antara Asupan Makronutrien dan Status Nutrisi Dengan Kekuatan Otot Pada Lansia di Panti Werdha Jakarta. *JM Journal*. 8(2):127-134

- Hall JE. 2019. Guyton and Hall Text book of Medical Physiology. Edisi ke-13. Elsevier Saunders.
- Hartanti D & Mawarni DR. 2020. Hubungan Konsumsi Buah dan Sayur serta Aktivitas Sedentari Terhadap Kebugaran Jasmani Kelompok Usia Dewasa Muda. *Sport and Nutrition Journal*. 2(1):1-9.
- Hashiguchi N., et al. 2020. The effects of psychological factors on perceptions of productivity in construction sites in Japan by worker age. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(10):1-18.
- Heidy, Djuartina T & Irawan R. 2019. Korelasi Kekuatan Genggaman Tangan Dengan Karakter Antropometri Lengan Bawah dan Tangan serta Indeks Massa Tubuh. 18(1):1-7.
- Hestia DS, Paskaria C, Gunawan D. 2021. Perbandingan kekuatan otot dan massa otot antara wanita lansia aktif dan tidak aktif berolahraga. *Jurnal Ilmu Faal Olahraga*. 4(1):10-3.
- Hewit JK. 2018. A comparison of muscle activation during the pull-up and three alternative pulling exercises. *Journal of Physical Fitness, Medicine & Treatment in Sports*. 5(4).
- Huang L., et al. 2022. Reliability and validity of two hand dynamometers when used by community-dwelling adults aged over 50 years. *BMC Geriatrics*. 22(580):1-8.
- Isen J., et al. 2015. Genetic Influences on the Development of Grip Strength in Adolescence. *NIH Public Access*. 154(2): 189–200.
- Kemkes RI. 2020. Latihan fisik mencegah penyakit tidak menular. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Kim CR., et al. 2018. Reference Values for Hand Grip Strength in The South Korean Population. *PLoS ONE*. 13(4):1–12.

- Kopiczko A, Gryko K, Łopuszańska DM. 2018. Bone Mineral Density, Hand Grip Strength, Smoking Status and Physical Activity in Polish Young Men. *Homo*. 69(4): 209–16.
- Kotarsky CJ., et al. 2018. Effect of Progressive Calisthenic Push-Up Training On Muscle Strength and Thickness. *Journal of Strength and Conditioning Research* .32(3): 651-659.
- Krakauer NY dan Krakauer JC. 2020. Association of Body Shape Index (ABSI) With Hand Grip Strength. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17(18):1–13.
- Kurniawati HA., et al. 2019. Pengaruh Berat Beban pada Lengan terhadap Gaya Otot Bisep Sebagai Media Pembelajaran IPA Konsep Bioekanika. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 9(1):16.
- Larasati AH. 2013. Stress marker pada lengan dan tangan kanan. *AntroUnairDotNet*. 2(1):87–100.
- Liu Y., et al. 2021. A Systematic Analysis of Hand Movement Functionality: Qualitative Classification and Quantitative Investigation of Hand Grasp Behavior. *Frontiers in Neurorobotics*. 15:1-14.
- Makino., et al. 2015. Associations Between The Settings of Exercise Habits and Health-Related Outcomes in Community-Dwelling Older Adults. *Journal of Physical Therapy Science*. 27(7):2207-2211
- Manurung IK. 2013. Penentuan Batas Angkut Yang Aman Bagi Pekerja Bongkar Muat Manual Dengan Menggunakan Pendekatan Fisiologis dan NIOSH Lifting Index Pada PT. Pelindo II Pontianak. *Jurnal TIN Jurusan Teknik Industri Universitas Tanjungpura*. 1 (2).
- Masturoh I & Anggita N. 2018. Metodologi penelitian kesehatan. Kementrian kesehatan RI.

- McPhee JS., et al. 2016. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*. 17(3):567–80.
- Moore KL, Dalley FA, Agur AMR. 2013. *Anatomi berorientasi klinis*. Jakarta: Erlangga.
- Munoz G., et al. 2019. Comparing the Camry dynamometer to the Jamar dynamometer for use in healthy Colombian adults. *Rev. Salud. Bosque*. 9(2):18-26.
- Nara K., et al. 2023. Normative reference values of grip strength, the prevalence of low grip strength, and factors affecting grip strength values in Indian adolescents. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*. 23(6): 1367 - 1375
- Netter FH. 2014. *Atlas of human anatomy*. Edisi ke-25. Jakarta: EGC.
- Nurfadillah D. 2022. Hubungan Antara Riwayat Aktivitas Fisik Dengan Kekuatan Otot Genggam dan Tingkat Kemandirian Pada Lansia Di Lembaga Kesejahteraan Sosial Lanjut Usia Yayasan Batara Sabintang Kabupaten Takalar. Skripsi. Makassar: Fakultas Keperawatan Universitas Hassanudin.
- Pamungkas ET dan Hakim A. 2021. Kondisi Fleksibilitas Sendi Bahu, Kekuatan dan Daya Tahan Otot Lengan dan Bahu Anggota Komunitas Baratos Lumajang Calisthenics. *Jurnal Kesehatan Olahraga*. 9(4): 95-102.
- Park K & Kim Y. 2016. An Analysis of Grip Strength of Heavy Industry Workers. *Journal of the Korean Society of Safety*. 31(1): 81–86.
- Pemerintah Indonesia. 2018. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2018 Tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah. Sekretariat Negara. Jakarta.

- Pramadewa PKI, Tianing NW & Sundari LPR. 2019. Hubungan Kekuatan Otot Tungkai Dengan Kelincahan Pemain Sepak Bola Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. 7 (1): 1–7.
- Prasad K., et al. 2022. Dynamometer based hand grip strength as a clinical tool for objective assessment of post-operative residual muscle. *Indian Journal of Anaesthesia*. 66(10):707-711.
- Putri IS., et al. 2021. Hubungan Asupan Makanan Dengan Aktivitas Fisik Pada Pekerja Buruh Bangunan di Gampong Lambaro SKEP, Banda Aceh. *Jurnal Jeumpa*. 8(2): 554-557.
- Rostamzadeh S, Saremi M, dan Fereshteh T. 2020. Maximum Handgrip Strength As A Function of Type of Work and Hand-Forearm Dimensions. *Work Journal*. 65(3):679-687.
- Santos S., et al. 2015. Does a Calisthenics-Based Exercise Program Applied in School Improve Morphofunctional Parameters in Youth?. *Journal of Exercise Physiology*. 18(6):53-55.
- Setiawan, Arbaham R. 2018. Esensi Sistem Pengendalian Manajemen pada Olahraga *Calisthenics*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. 7(1):551-549.
- Sherwood L. 2013. *Fisiologi manusia dari sel ke sistem*. Edisi ke-8. Jakarta: EGC.
- Stessman J, Rottenberg Y, Fischer M., et al. 2017. Handgrip Strength in Old and Very Old Adults: Mood, Cognition, Function, and Mortality. *Journal of the American Geriatrics Society*. 65(3):526-532.
- Sugiyono. 2017. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta surono.
- Suchomel TJ., et al. 2016. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Journal Sport Medicine*. 46:1419-1449.

- Suchomel TJ., et al. 2018. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Journal Sport Medicine*: 765-785.
- Sulianta F dan Pratama, MI. 2017. Membentuk Tubuh dengan Kedahsyatan *Calisthenics Street workout*. Yogyakarta: PT. Leutika Nouvalitera.
- Sulianta, F. 2015. *Shape Your Body with Amazing Calisthenics*. Yogyakarta: PT. Leutika Nouvalitera.
- Thivel D., et al. 2018. Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. *Frontiers in Public Health*. 6:288.
- Tortora GJ dan Derrickson B. 2017. *Principles of Anatomy & Physiology*. United States: John Wiley & Sons.
- Trivedi J., et al. 2022. Comparison of Grip Strength Between Calisthenic Athletes, Power Lifters, Bodybuilders and Boxers: A cross-sectional study. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*. 7(2):293-297.
- Winanda LAR, Adi TW, Anwar N. 2017. Model Prediksi Kelelahan Pekerja Konstruksi di Lokasi Proyek. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. 21(2):99-109.
- Wiriawan O. 2017. *Panduan Pelaksanaan Tes dan Pengukuran Olahragawan*. Yogyakarta: Thema Publishing.
- Vural F., et al. 2023. Can different variations of suspension exercises provide adequate loads and muscle activations for upper body training?. *PLOS ONE Journal*. 18 (9):1-14.
- Yaser Mousavi, S. 2015. Sustainable high-rise building (Case study: three example of sustainable high-rise building in Iran). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 9(11):2027–2033.